Environnement Canada Environment Canada

Pesticides

Recherche et surveillance

Environment CANADA Environnement
2056091G VOL ISS 1986-
EXC # 001

PESDICIDES, RECHERCHES ET SURVEILLA
NCE, RAPPORT ANNUEL
OOFF

Rapport annuel
1986 - 1987

Canada

88-06280/

PESTICIDES: RECHERCHE ET SURVEILLANCE
RAPPORT ANNUEL (1986-1987)

Environnement Canada

Publication
distribuée par la Section des publications
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Édition française de
Pesticides Research and Monitoring Annual Report (1986-1987)
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1988
N° de cat. En 49-11/13-1987F
ISBN 0-662-94829-7
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

SOMMAIRE

Voici le premier rapport annuel du Programme des pesticides d'Environnement Canada. On y trouvera un résumé des activités de recherche et de surveillance menées dans toutes les régions du pays par les divers services du Ministère.

Les projets réalisés dans le cadre du Programme sont groupés selon les régions du pays où les travaux sur le terrain ont été effectués.

Dans la région du Pacifique et du Yukon, les études ont porté sur deux grands sujets, soit l'incidence des herbicides sur les pêches et la présence de chlorophénols dans l'environnement. Des herbicides comme le 2,4-D et le Roundup sont utilisés en foresterie; les chlorophénols sont employés pour la protection du bois dans les installations de sciage et aux terminaux d'exportation du bois de construction.

Dans la région de l'Ouest et du Nord, les études traitaient des aspects suivants: l'incidence des pesticides en général; les effets des insecticides servant à lutter contre les criquets sur les populations d'oiseaux; et les répercussions du ruissellement vers les plans d'eau des pesticides répandus sur les terres agricoles. Parmi les bassins hydrographiques étudiés, mentionnons celui de la rivière La Salle et des bassins du nord et du sud de la Saskatchewan.

Dans la région de l'Ontario, la plupart des études visaient à trouver des méthodes plus précises pour la surveillance des pesticides dans l'environnement. Parmi ces techniques, citons le recours à des espèces animales sensibles et au plancton pour déceler la présence de pesticides à de faibles concentrations. L'autre point central abordé dans cette région avait trait à la déviation hors cible des pesticides pulvérisés par avion.

Au Québec, la plupart des études ont porté sur la mise au point de méthodes biologiques plus précises pour surveiller l'incidence des pesticides sur les oiseaux. De même, une étude a été faite pour déterminer les habitudes d'utilisation des pesticides autour des résidences dans la zone du Lakeshore.

Dans la région de l'Atlantique, on s'est surtout intéressé à la présence et aux effets sur les poissons des insecticides employés dans la lutte contre la tordeuse des bourgeons, aux effets sur la végétation des herbicides utilisés en foresterie, à la présence d'aldicarbe dans les eaux souterraines de l'Île-du-Prince-Édouard et à la répartition dans la région des produits chimiques antimoisissures.

Le lecteur est invité à lire attentivement les articles qui l'intéressent particulièrement et à communiquer avec la personne dont le nom figure à la fin de chaque article pour obtenir plus de renseignements. À la fin du rapport, un index alphabétique des principes actifs des pesticides permet de repérer facilement toutes les études portant sur un produit donné.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE III

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU PACIFIQUE ET DU YUKON 1

1 TOXICITÉ POUR LA TRUITE ARC-EN-CIEL DE CERTAINES PRÉPARATIONS DE 2,4-D ET DE MÉLANGES DE 2,4-D/CARBURANT DIESEL 3

2 TOXICITÉ POUR LES SALMONIDÉS DE L'HERBICIDE GLYPHOSATE (ROUNDUP) ET DE SON AGENT TENSIO-ACTIF 4

3 TOXICITÉ AIGUË POUR LES JEUNES SALMONIDÉS DU PACIFIQUE DU GARLON 3A, DU GARLON 4, DU TRICLOPYR, DE L'ESTER DE TRICLOPYR ET DE LEURS PRODUITS DE TRANSFORMATION 5

4 PERSISTANCE DU GLYPHOSATE ET DE SON MÉTABOLITE, L'ACIDE AMINOMÉTHYLPHOSPHONIQUE (AAMP), DANS CERTAINS COURS D'EAU CÔTIERS DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE 6

5 PERSISTANCE DU TRICLOPYR ET DE SON MÉTABOLITE PYRIDINOL DANS UN COURS D'EAU CÔTIER DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE 8

6 CHEMINEMENT DES CHLOROPHÉNOLS DANS L'ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER 9

7 CONTAMINATION PAR LES CHLOROPHÉNOLS DES ÉCOULEMENTS D'EAU PLUVIALE À CERTAINES SCIERIES DU BASSIN DU FLEUVE FRASER 11

8 PERSISTANCE DU DINOSÈBE ET DE L'ENDOSULFAN DANS LES EAUX ET SÉDIMENTS ADJACENTS À DES TERRES AGRICOLES TRAITÉES AUX PESTICIDES 12

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'OUEST ET DU NORD 15

1 PERSISTANCE DES INSECTICIDES INGÉRÉS CHEZ LES CRIQUETS 17

2 EFFETS DE L'APPLICATION DE CARBOFURAN EN BORDURE DES ROUTES SUR LES NICHÉES DE MAINATES DE BREWER 18

3 CERTAINS INSECTICIDES ACTUELLEMENT UTILISÉS POUR LUTTER CONTRE LES CRIQUETS NUISENT-ILS À LA REPRODUCTION DE LA CHOUETTE DES TERRIERS? 19

4 INCIDENCE DES PESTICIDES SUR L'ÉCOLOGIE DES CANARDS NICHANT DANS LES PRAIRIES 21

5 ÉTUDE SUR LES PULVÉRISATIONS CONTRE LES CRIQUETS EN SASKATCHEWAN ET EN ALBERTA (1986) 23

6	ÉTUDE D'UN BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU SUD DE LA SASKATCHEWAN	24
7	CONTAMINATION PAR LES PESTICIDES DES RIVIÈRES LA SALLE ET ASSINIBOINE (MANITOBA)	26
8	PERSISTANCE ET MIGRATION DU PICLORAME DANS UN BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU NORD DE LA SASKATCHEWAN	27
PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ONTARIO		29
1	CHEMINEMENT DE CONTAMINANTS ORGANIQUES DANS LES SYSTÈMES FLUVIAUX	31
2	TECHNIQUES DE BIOSURVEILLANCE DES PESTICIDES DANS LES SYSTÈMES AQUATIQUES	32
3	EFFETS DES PESTICIDES SUR LA PHOTOSYNTHÈSE ALGUAIRE ET L'ASSIMILATION PAR LE ZOOPLANCTON	34
4	EFFETS DES MATIÈRES ORGANIQUES DISSOUTES SUR LA BIOACCUMULATION DE PYRÉTHRINOÏDES DE SYNTHÈSE PAR LES CLADOCÈRES *DAPHNIA MAGNA*	35
5	MISE AU POINT DE MÉTHODES DE DOSAGE DES PYRÉTHRINOÏDES	36
6	CHLORATION DES PESTICIDES PAR RÉDUCTION	38
7	PRÉSENCE, PERSISTANCE ET DEVENIR DU TRIBUTYLÉTAIN DANS LES EAUX CANADIENNES	39
8	CONCENTRATIONS ATMOSPHÉRIQUES DES PESTICIDES EN USAGE	40
9	MESURE PAR LIDAR DES PULVÉRISATIONS AÉRIENNES	42
10	MODÉLISATION DE LA DÉRIVE AÉRIENNE DES PESTICIDES	43
11	CHARGE ATMOSPHÉRIQUE: TRANSPORT ATMOSPHÉRIQUE ET DÉPÔT DU TOXAPHÈNE DANS L'ÉCOSYSTÈME DES GRANDS LACS	45
12	CHARGE ATMOSPHÉRIQUE: INVENTAIRES DES ÉMISSIONS DE PRODUITS CHIMIQUES TOXIQUES	47
PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU QUÉBEC		49
1	PESTICIDES DOMESTIQUES	51
2	CARBOFURAN ET QUALITÉ DE L'EAU	52
3	VARIATIONS ENTRE LES ESPÈCES DES RÉACTIONS AUX INHIBITEURS DE CHOLINESTÉRASE ET RQSA	53

4 MÉTHODE SENSIBLE DE MICRO-ANALYSE DE L'AChE ET SON APPLICATION POUR QUANTIFIER L'EXPOSITION DE LA FAUNE AUX PESTICIDES NON PERSISTANTS 54

5 EFFETS PORPHYRIQUES SUBLÉTAUX DES PESTICIDES SUR LES OISEAUX 56

6 UTILISATION DES PESTICIDES EN AMÉRIQUE LATINE 58

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE 59

1 INFLUENCE DU pH SUR LA LÉTALITÉ AIGUË DU FÉNITROTHION, DU 2,4-D ET DE L'AMINOCARBE, ET CERTAINS EFFETS SUBLÉTAUX DE L'AMINOCARBE, CHEZ LA TRUITE ARC-EN-CIEL 61

2 MESURE DES DÉVIATIONS HORS CIBLE DES PESTICIDES AGRICOLES DE TYPE PYRÉTHRINOÏDE PULVÉRISÉS PAR AVION, ET DE LEUR INCIDENCE SUR LA FAUNE AQUATIQUE 62

3 ÉVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DE L'UTILISATION DU ROUNDUP EN FORESTERIE 63

4 DOSAGE DU PESTICIDE ALDICARBE DANS LES EAUX SOUTERRAINES DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD 65

5 MIGRATION ET DEVENIR DES PESTICIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES 66

6 PERSISTANCE ET DEVENIR DE LA DELTAMÉTHRINE DANS UN ÉTANG ET UN COURS D'EAU DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD 68

7 RÉSIDUS, À PROXIMITÉ D'USINES DE TRAITEMENT DU BOIS, DE PRODUITS ANTIMOISISSURES UTILISÉS DANS LES USINES DE PÂTES 69

8 INVENTAIRE DE L'UTILISATION DES PESTICIDES DANS LES PROVINCES ATLANTIQUES 70

9 L'IMMUNO-ESSAI ENZYMATIQUE COMME MÉTHODE DE CONTRÔLE DES RÉSIDUS DE PESTICIDES 71

INDEX 73

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU PACIFIQUE ET DU YUKON

(Colombie-Britannique et Territoire du Yukon)

1. TOXICITÉ POUR LA TRUITE ARC-EN-CIEL DE CERTAINES PRÉPARATIONS DE 2,4-D ET DE MÉLANGES 2,4-D/CARBURANT DIESEL (M.T. Wan)

Introduction

Le 2,4-D est un herbicide de post-levée qui sert au contrôle sélectif de la végétation latifoliée en agriculture, en foresterie et pour les emprises. Dans les régions de la forêt côtière de la Colombie-Britannique, il est utilisé dans le cadre de programmes de dégagement des conifères, de nettoyage des routes d'exploitation forestière et de régénération des forêts, pour le contrôle d'essences à feuilles caduques comme, notamment, l'aulne, l'érable et le bouleau.

En Colombie-Britannique, les préparations les plus couramment utilisées en foresterie sont le 2,4-D diméthylamine (DMA), le 2,4-D diéthanolamine (DEA) et le 2,4-D ester isooctylique (EIO). On ajoute parfois à ces préparations, en particulier à l'EIO, du carburant diesel à des concentrations diverses pour que l'herbicide adhère mieux et soit plus facilement absorbé. Avant la présente étude, on ne disposait guère de données sur la toxicité pour le poisson des différentes préparations de 2,4-D additionnées de carburant diesel. Ordinairement, on ajoute du carburant diesel (de 10 à 15 p. 100) au mélange de 2,4-D et d'eau (de 85 à 90 p. 100) pour les pulvérisations. On craignait cependant que ces mélanges d'herbicide et de carburant ne soient toxiques pour les salmonidés.

En 1983-1984, à la demande de la Direction des pêches de la Colombie-Britannique et en vue d'aider le bureau régional du Service de la protection de l'environnement (SPE) à évaluer les demandes de permis provinciaux pour la pulvérisation aérienne et au sol de 2,4-D additionné de carburant, des essais biologiques statiques ont été effectués pour déterminer la toxicité de ces mélanges pour le poisson.

Méthode

En 1983-1984, le bureau régional du Pacifique du SPE a procédé à des essais biologiques statiques afin de comparer la toxicité aiguë pour la truite arc-en-ciel de diverses préparations de 2,4-D et de mélanges comportant du carburant diesel à des concentrations diverses.

Résultats et analyse

Le 2,4-D DMA s'est avéré le plus toxique pour la truite arc-en-ciel (TL_{50} - 96 h = 58,6 mg/l); suivent le 2,4-D EIO (TL_{50} - 96 h = 70,3 mg/l) et le 2,4-D DEA (TL_{50} - 96 h = 314,9 mg/l). L'ajout de 5 p. 100 de carburant diesel aux préparations de 2,4-D a multiplié la toxicité pour la truite arc-en-ciel par 3,2 dans le cas du 2,4-D DEA, par 1,7 dans celui du 2,4-D DMA et par 2,6 dans celui du 2,4-D EIO.

Conclusions

1. La toxicité du 2,4-D pour la truite arc-en-ciel varie selon le type de préparation.

2. En ajoutant 5 p. 100 (en volume) de carburant diesel aux mélanges d'herbicide et d'eau, on multiplie la toxicité pour la truite arc-en-ciel des préparations DEA, DMA et EIO de 2,4-D par 3,2, 1,7 et 2,6 respectivement.

3. La toxicité du 2,4-D EIO pour la truite arc-en-ciel augmente en proportion de la concentration de carburant diesel jusqu'au seuil de 25 p. 100, au-delà duquel elle se stabilise.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement, Région du Pacifique
3rd Floor, Kapilano 100 - Park Royal South
West Vancouver (C.-B.) V7T 1A2
(604) 666-3111

2. TOXICITÉ POUR LES SALMONIDÉS DE L'HERBICIDE GLYPHOSATE (ROUNDUP) ET DE SON AGENT TENSIO-ACTIF (M.T. Wan et coll.)

Introduction

Roundup est l'appellation commerciale d'un herbicide de formule définie qui contient le principe actif glyphosate. En agriculture, en foresterie et pour les emprises, il sert à éliminer, sélectivement ou non, la végétation indésirable après la levée. Dans les régions de la forêt côtière de la Colombie-Britannique, le glyphosate peut remplacer les herbicides de phénoxy, comme le 2,4-D, pour supprimer la brunissure et dégager les conifères.

L'étude avait pour objectif d'aider le bureau régional du SPE à traiter les demandes de permis provinciaux visant la pulvérisation de Roundup au sol et par avion. À cette fin, un programme d'essais biologiques a été lancé en 1980 pour évaluer la toxicité aiguë du Roundup et de son agent tensio-actif pour les jeunes saumons du Pacifique.

Méthode

En 1984, le bureau régional du Pacifique du SPE a procédé à des essais biologiques statiques afin de déterminer la toxicité aiguë pour les jeunes salmonidés de l'herbicide Roundup et de son agent tensio-actif MONO-818.

Résultats et analyse

L'étude a montré que le Roundup était moyennement toxique pour deux espèces de saumon du Pacifique. Les valeurs moyennes de la TL_{50} après 96 heures étaient les suivantes: 42,3 mg/l pour le saumon coho et 32,4 mg/l pour la truite arc-en-ciel. L'agent tensio-actif MONO-818 s'est avéré très toxique pour les salmonidés, sa TL_{50} après 96 heures s'établissant à 3,2 mg/l pour la truite arc-en-ciel et à 3,5 mg/l pour le saumon coho. Le délai de stabilisation des valeurs de la TL_{50} variait selon les espèces pour le Roundup, mais semblait s'établir à 96 heures dans le cas du MONO-818. L'étude analytique d'échantillons d'eau sélectionnés a indiqué que l'équivalent acide libre du glyphosate dans le Roundup était d'environ 30 p. 100. De plus, le glyphosate ne s'est pas dégradé de façon appréciable durant la période d'essai de 96 heures.

Conclusions

1. Le Roundup est moyennement toxique pour les jeunes salmonidés du Pacifique (saumon coho et truite arc-en-ciel); la valeur moyenne de sa TL_{50} après 96 heures s'établit à 34,9 mg/l (plage de valeurs: de 26,7 à 42,3 mg/l).

2. L'agent tensio-actif du Roundup, le MONO-818, est environ dix fois plus toxique pour les jeunes salmonidés du Pacifique (saumon coho et truite arc-en-ciel); la valeur moyenne de sa TL_{50} après 96 heures est de 3,4 mg/l (plage de valeurs: de 3,2 à 3,7 mg/l).

3. Il est peu probable que de faibles concentrations (de 0,025 à 0,100 mg/l) de glyphosate dans l'eau de rivière aient des effets à court terme sur le poisson.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement, Région du Pacifique
3rd Floor, Kapilano 100 - Park Royal South
West Vancouver (C.-B.) V7T 1A2
(604) 666-3111

Garlon 3A
Garlon 4
Triclopyr
Ester de triclopyr

3. TOXICITÉ AIGUË POUR LES JEUNES SALMONIDÉS DU PACIFIQUE DU GARLON 3A, DU GARLON 4, DU TRICLOPYR, DE L'ESTER DE TRICLOPYR ET DE LEURS PRODUITS DE TRANSFORMATION (M.T. Wan et coll.)

Introduction

Le Garlon 3A et le Garlon 4 sont des herbicides au triclopyr de formule définie, produits par la société Dow Chemical. Il s'agit d'herbicides sélectifs de post-levée qui servent au contrôle de la végétation latifoliée. Bien qu'ils ne soient actuellement pas homologués au Canada pour être utilisés en foresterie, ils pourraient s'ajouter à la liste des produits chimiques employés pour le dégagement des conifères dans les régions côtières de la Colombie-Britannique. Cependant, en faisant usage des herbicides Garlon dans ces secteurs, on risquerait d'introduire sans le vouloir le triclopyr et ses produits de dégradation dans les plans d'eau fréquentés par les salmonidés.

L'étude avait pour objectif d'évaluer la toxicité aiguë du triclopyr formulé et technique de même que de ses produits de transformation, pour les jeunes salmonidés du secteur nord-ouest du Pacifique.

Résultats et analyse

Le Garlon 3A, forme amine du triclopyr, est beaucoup moins toxique pour les salmonidés que le Garlon 4, la préparation sous forme d'ester. En outre, le Garlon 3A et le Garlon 4 sont beaucoup moins toxiques pour les salmonidés que leur principe actif respectif, le triclopyr et l'ester de triclopyr. Cette observation porte à conclure que les émulsifiants servant à la préparation des produits n'en augmentent pas la toxicité pour le poisson.

Le triclopyr est beaucoup moins toxique (onze fois moins) pour les salmonidés que ne l'est l'ester de triclopyr. Il est par ailleurs plus nuisible aux saumons kéta et sockeye et à la truite arc-en-ciel qu'aux saumons coho et quinnat. L'ester de triclopyr est plus toxique pour les jeunes saumons kéta et sockeye que pour les saumons coho et quinnat et la truite arc-en-ciel. Dans le cas de l'ester, la TL_{50} après 96 heures s'élève à 1,0 mg/l pour le saumon coho, ce qui confirme les résultats d'une récente étude indiquant que ce produit était très toxique pour le saumon coho aux stades du jeune et de l'alevin (valeurs respectives de la TL_{50} après 96 heures: 1,3 et 0,3 mg/l).

Les résultats d'essais portant sur les deux principaux produits de transformation du triclopyr démontrent que le métabolite pyridinol est un peu plus toxique que la pyridine pour les jeunes saumons. Le produit de dégradation pyridinol est également aussi toxique pour les jeunes saumons que l'ester de triclopyr formulé. Ce produit de transformation affecte tout autant les jeunes de toutes les espèces de saumon. Par contre, la pyridine est plus toxique pour le saumon rose que pour les cinq autres espèces de salmonidés (saumons coho, quinnat, kéta et sockeye, et truite arc-en-ciel).

Conclusions

Les essais biologiques indiquent que le Garlon 4, la forme ester du triclopyr, est très toxique pour les salmonidés du secteur nord-ouest du Pacifique. Par contraste, le Garlon 3A, la forme amine, est beaucoup moins toxique pour le poisson. Des deux principaux produits de dégradation, le métabolite pyridinol est aussi nuisible aux jeunes salmonidés que le Garlon 4, alors que la pyridine semble plus toxique pour les jeunes saumons roses que pour les autres espèces de saumon ayant fait l'objet d'essais. En outre, l'étude laisse supposer indirectement que les émulsifiants employés dans la préparation du Garlon 3A et du Garlon 4, n'augmentent pas la toxicité de ces produits pour le poisson.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement, Région du Pacifique
3rd Floor, Kapilano 100 - Park Royal South
West Vancouver (C.-B.) V7T 1A2
(604) 666-3111

4. PERSISTANCE DU GLYPHOSATE ET DE SON MÉTABOLITE, L'ACIDE AMINOMÉTHYLPHOSPHONIQUE (AAMP), DANS CERTAINS COURS D'EAU CÔTIERS DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE (M.T. Wan)

Introduction

Le glyphosate (Roundup) est utilisé comme herbicide de post-levée, sélectif ou non, pour éliminer la végétation indésirable en agriculture et en foresterie. Dans les régions de la forêt côtière de la Colombie-Britannique, il pourrait remplacer les herbicides de phénoxy, comme le 2,4-D, dans le cadre de programmes de suppression de la brunissure et de dégagement des conifères.

Avant la présente étude, on ne disposait d'aucune donnée sur l'évolution du glyphosate et dans des conditions environnementales locales. Il fallait recueillir des informations sur l'incidence éventuelle du glyphosate sur les pêcheries de la côte ouest, dans l'éventualité d'une utilisation à grande échelle de cet herbicide en foresterie. En vue d'aider le bureau régional du SPE à traiter les demandes de permis provinciaux pour la pulvérisation du glyphosate au sol et par avion, on a institué en 1981 un programme de surveillance pour déterminer la persistance du glyphosate et de son métabolite, l'acide aminométhylphosphonique (AAMP), dans les cours d'eau côtiers de la Colombie-Britannique.

Les objectifs du programme de surveillance étaient les suivants: 1° évaluer la concentration et la persistance du glyphosate et de l'AAMP dans l'eau et les sédiments de cours d'eau protégés ou non par des zones tampons durant les opérations de pulvérisation au sol et par avion; 2° déterminer, le cas échéant, la concentration de ces produits chimiques dans un ruisseau dont une grande partie du bassin hydrographique avait été traitée au Roundup par pulvérisation aérienne; 3° déterminer les propriétés de séparation sédiments-eau du glyphosate et de l'AAMP.

Méthode

De 1982 à 1984, le bureau régional du Pacifique du SPE a procédé à des études à la forêt expérimentale de l'Université de la Colombie-Britannique et dans les districts forestiers de Chilliwack et de Sechelt pour analyser les résidus de glyphosate et de son métabolite, l'acide aminométhylphosphonique (AAMP), dans les eaux et sédiments de cours d'eau. Ces études avaient pour but d'évaluer la persistance des deux produits chimiques dans des cours d'eau côtiers protégés ou non par une zone tampon pendant les opérations de pulvérisation au sol et par avion.

Résultats et analyse

Dans le cours d'eau non protégé, les résidus de glyphosate ont atteint une concentration de 0,023 mg/l dans les deux ou trois heures suivant la pulvérisation par avion de 3 kg de matière active par hectare. Cette concentration de résidus a culminé à 0, 100 mg/l après la première chute de pluie importante, huit jours plus tard, puis est retombée en deux semaines en deçà du seuil de détection de 0,005 mg/l. Dans deux cours d'eau protégés, la plus forte concentration observée a atteint 0,025 mg/l à la suite de plusieurs pluies abondantes. Au cours de la période d'étude, la concentration d'AAMP s'est maintenue au-dessous du seuil de détection de 0,005 mg/l dans les cours d'eau protégés et non protégés.

Une semaine après la pulvérisation, les résidus de glyphosate dans un échantillon de sédiments provenant du cours d'eau non protégé s'établissaient à 0,100 mg/kg. Des concentrations maximales de 0,400 mg/kg de glyphosate ont été décelées trois semaines et trois mois après la pulvérisation, puis les niveaux sont redescendus à 0,040 mg/kg et s'y sont maintenus pendant 574 jours. Des résidus d'AAMP ont également été détectés dans les sédiments; ils ont atteint un niveau maximal de 0,400 mg/kg trois mois après la pulvérisation. La concentration de ce métabolite a diminué plus graduellement et s'est établie à un niveau de 0,090 mg/kg qui a également persisté jusqu'à la fin de l'étude (574 jours).

Une semaine après la pulvérisation aérienne de 3 kg/ha de matière active, les résidus de glyphosate dans un échantillon de sédiments tirés d'un cours d'eau protégé atteignaient 0,200 mg/kg. Des résidus d'herbicide provenant de la végétation implantée sur les rives du cours d'eau, ou dans le secteur traité, peuvent avoir été entraînés dans le ruisseau à la suite de fortes précipitations. Des résidus d'AAMP n'ont été décelés qu'une fois dans ce cours d'eau, à une concentration de 0,100 mg/kg, 15 jours après l'application. Dans les sédiments des cours d'eau protégés, les résidus de glyphosate et d'AAMP sont demeurés en deçà du seuil de détection durant le reste de l'étude (600 jours après la pulvérisation).

Conclusions

1. Immédiatement après la pulvérisation par avion, on a décelé du glyphosate dans l'eau d'un ruisseau non protégé par une zone tampon, en dépit de la présence d'un bon couvert végétal sur ses rives; deux ruisseaux protégés par des zones tampons sont demeurés purs.

2. Du glyphosate et de l'AAMP ont été observés dans les sédiments du ruisseau non protégé (traité), après la première forte pluie; des résidus ont subsisté pendant la durée de l'étude (574 jours).

3. De très faibles concentrations de glyphosate et d'AAMP sont brièvement apparues dans l'eau et les sédiments d'un des ruisseaux protégés. Cette présence a été attribuée à la fréquence et à l'intensité des précipitations, ayant occasionné un entraînement dans le cours d'eau de particules de sol contaminées par le glyphosate.

4. Des observations en laboratoire et sur le terrain ont indiqué que le glyphosate adsorbé sur les particules de sédiments n'était pas facilement libéré dans la phase aqueuse.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement, Région du Pacifique
3rd Floor, Kapilano 100 - Park Royal South
West Vancouver (C.-B.) V7T 1A2
(604) 666-3111

---

5. PERSISTANCE DU TRICLOPYR ET DE SON MÉTABOLITE PYRIDINOL DANS UN COURS D'EAU CÔTIER DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE (M.T. Wan)

Introduction

Le triclopyr (Garlon) est un herbicide sélectif de post-levée qui sert à réprimer la végétation latifoliée indésirable en agriculture et les plantes ligneuses en foresterie. Dans les régions de la forêt côtière de la Colombie-Britannique, il pourrait remplacer les herbicides de phénoxy 2,4-D dans le cadre des programmes de dégagement des conifères. Cependant, le Garlon n'est actuellement pas homologué pour utilisation en foresterie au Canada.

L'étude avait pour objectif d'aider le bureau régional du SPE à évaluer l'incidence éventuelle du triclopyr sur les salmonidés.

Méthode

En 1984, le bureau régional du Pacifique du SPE a mené une étude de surveillance pour déterminer la persistance du triclopyr et de son métabolite pyridinol dans l'eau et les sédiments d'un cours d'eau de la région côtière de la Colombie-Britannique.

Résultats et analyse

Dans l'eau, la concentration de résidus de triclopyr a atteint 0,620 mg/l une demi-heure après la pulvérisation aérienne de 0,91 kg de matière active par hectare. Cette concentration a rapidement chuté à 0,006 mg/l en une journée, mais on a enregistré pendant deux mois après la pulvérisation de faibles teneurs en triclopyr (de 0,001 à 0,003 mg/l). Le métabolite pyridinol a été décelé dans l'eau deux jours après la pulvérisation, à raison de 0,070 mg/l, et la teneur s'en est maintenue entre 0,030 et 0,060 mg/l durant les deux mois suivants.

Quatre heures après l'application, le triclopyr et son métabolite pyridinol sont apparus dans les sédiments à des concentrations respectives de 0,14 et 0,20 mg/kg. On en a également décelé de faibles teneurs (de 0,02 à 0,12 mg/kg) au cours des quatre mois qui ont suivi l'application. Par la suite, leur présence ne dépassait pas le seuil de détection (0,02 mg/kg) dans les sédiments.

Conclusions

1. Le triclopyr et son métabolite pyridinol peuvent persister à de très faibles concentrations (de 0,001 à 0,006 mg/l) dans l'eau courante pendant au moins deux mois après une pulvérisation aérienne directe.

2. Dans des conditions de traitement similaires, ces produits ne semblent pas persister pendant plus de quatre mois dans les sédiments de cours d'eau, à des niveaux supérieurs à 0,02 mg/kg.

3. À l'heure actuelle, la dégradation du triclopyr et de son métabolite pyridinol dans l'eau et les sédiments des cours d'eau est mal connue. Il faudra procéder à d'autres études pour mieux comprendre les processus de dégradation de ces produits chimiques dans le milieu aquatique.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement, Région du Pacifique
3rd Floor, Kapilano 100 - Park Royal South
West Vancouver (C.-B.) V7T 1A2
(604) 666-3111

6. CHEMINEMENT DES CHLOROPHÉNOLS DANS L'ESTUAIRE DU FLEUVE FRASER (J.H. Carey et D.C.L. Lam)

Introduction

Au Canada, on se sert surtout des chlorophénols pour la préservation du bois et, à cette fin, le pentachlorophénol et le tétrachlorophénol sont utilisés abondamment. Après avoir mené une vaste étude du bassin des Grands Lacs, au terme de laquelle ils ont constaté que 77 échantillons sur 85 contenaient du pentachlorophénol, les scientifiques de l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) ont entrepris d'analyser les processus aquatiques liés à l'accumulation et à la dégradation de ce contaminant presque omniprésent. On a constaté que les taux et les produits de dégradation des chlorophénols dépendaient fortement du système étudié. Les films biologiques fixés dans les rivières et ruisseaux peu profonds sont très efficaces pour dégrader les chlorophénols, et les demi-vies se comptent en heures. Dans les milieux plus profonds où le mélange est plus lent, la photodégradation prend une grande importance et les demi-vies se mesurent en jours ou semaines. Dans les sols et les sédiments anaérobies, les réactions de déchloration biologique se produisent, avec des demi-vies de l'ordre de dizaines d'années.

Les processus de bioaccumulation ont aussi été étudiés, et il a été démontré que de nombreux organismes aquatiques accumulaient des quantités élevées de chlorophénols en les assimilant directement de l'eau plutôt que par le biais de la chaîne alimentaire. Les chercheurs du Service canadien de la faune ont constaté que des hérons et d'autres oiseaux de l'estuaire du fleuve Fraser présentaient des niveaux élevés de dioxines. Toutes les préparations de chlorophénols fortement chlorés contiennent des dioxines et des furannes chlorés comme impuretés de production. En outre, des dioxines peuvent se former au cours de la combustion à basse température de matériaux traités aux chlorophénols; cependant, la forme la plus toxique de dioxine chlorée, la tétrachloro-2,3,7,8 dibenzo-paradioxine, ne se retrouve pas dans les chlorophénols utilisés dans l'industrie du bois de construction. Depuis qu'on a découvert que des oiseaux de l'estuaire du Fraser présentaient des niveaux élevés de dioxines, les recherches de l'INRE sur les chlorophénols se sont concentrées dans ce secteur.

Les objectifs de l'étude étaient les suivants: 1° déterminer les facteurs régissant la bioaccumulation, le transport et la dégradation des chlorophénols dans l'estuaire du Fraser, et établir un modèle de transport et d'évolution des contaminants pour l'estuaire; 2° dresser une liste des contaminants propres à l'estuaire, à l'intention des organismes chargés d'établir le plan sur la qualité de l'eau dans le cadre du Programme de gestion de l'estuaire du fleuve Fraser (PGEFF).

Méthode

Dans la poursuite de ces objectifs, les activités seront axées sur l'échantillonnage et l'analyse des eaux du fleuve, des matières en suspension, des sédiments et du biote aquatique. On procédera à l'extraction et à la préparation des échantillons avec de l'anhydride acétique, et l'on y dosera les chlorophénols par chromatographie capillaire en phase gazeuse, à l'aide de détecteurs à capture d'électrons. La distribution des isomères de chlorophénols dans l'eau, matières solides en suspension et les sédiments sera analysée et servira à déterminer les facteurs régissant l'état physique et le mouvement de ces composés. On définira les facteurs de bio-amplification en comparant les concentrations dans le biote et dans l'eau.

En plus de prélever des échantillons pour analyser la répartition des chlorophénols, on mesurera la température, la conductivité, la transmission de la lumière ainsi que le mouvement de l'eau (à partir d'études réalisées au moyen de dispositifs à ancre flottante). Les données seront combinées à des modèles de simulation physique déjà établis pour produire des modèles de déplacement des chlorophénols dans l'estuaire.

Les poissons et sédiments de l'estuaire seront analysés par chromatographie capillaire en phase gazeuse et par couplage chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse (CG-SM) pour y recenser les principaux contaminants. On mettra d'abord l'accent sur les hydrocarbures saturés, les hydrocarbures polycycliques aromatiques et les polluants organo-chlorés.

Résultats et analyse

Les premiers travaux d'échantillonnage ont surtout porté sur le bras nord de l'estuaire. Tous les prélèvements d'eau et de poisson contenaient des chlorophénols dans des proportions analytiquement significatives. Le pentachlorophénol et le tétrachloro-2,3,4,6 phénol constituaient les congénères les plus répandus. Les répartitions géographiques et les dosages d'isomères ont indiqué que les scieries faisant usage des chlorophénols pour protéger le bois en étaient les principales sources. Les concentrations chez le poisson étaient de 100 à 1400 fois plus fortes que dans l'eau, selon l'espèce. Les données recueillies au cours de l'étude sur les facteurs de bioconcentration ne concordent pas avec certaines autres publiées ailleurs dans le monde. En outre, des congénères peu chlorés étaient présents chez certains gros poissons. La présence de ces isomères est encore inexpliquée. Cette information a intéressé la Direction de la qualité des eaux (DQE), qui participe à l'établissement, de concert avec plusieurs organismes, d'un plan sur la qualité de l'eau pour l'estuaire dans le cadre du PGEFF. Les scientifiques de l'INRE collaborent actuellement avec la DQE pour analyser des spécimens de plie étoilée provenant de ces eaux, et évaluer l'utilité de cette espèce en tant qu'agent de contrôle biologique.

Au cours de l'année, deux excursions dans l'estuaire ont permis de recueillir des échantillons et des données dans le cadre de recherches sur la dynamique du transport des chlorophénols en conditions de faible et de fort débit. Lorsque

l'écoulement était rapide, on a observé des vitesses de courant de plusieurs noeuds et le temps de séjour d'un "bouchon" d'eau dans la partie inférieure de l'estuaire, mesuré à l'aide de dispositifs à ancre flottante, variait de trois heures dans le bras principal à environ dix heures dans le bras nord. Les intrusions d'eau salée dans l'estuaire étaient minimes et la turbidité, forte. Dans ces conditions, les chlorophénols pouvaient être entraînés dans le détroit de Géorgie sans dégradation ni précipitation notable. En périodes d'écoulement lent, la vitesse du courant était considérablement réduite et le temps de séjour dans l'estuaire inférieur se mesurait en jours. Dans ce cas, une certaine photodégradation peut se produire à la surface, mais le temps de séjour est encore trop court pour que la dégradation soit appréciable. Ainsi, la plupart des composés chlorophénoliques sont entraînés hors de l'estuaire et leur devenir est ultimement déterminé par les facteurs qui prévalent dans le détroit. En collaboration avec des scientifiques de l'Institut des sciences de la mer du ministère des Pêches et Océans (MPO), un modèle informatique du champ de dispersion du fleuve Fraser dans le détroit a été modifié et utilisé pour prédire l'étendue et la direction de ce champ pendant les excursions d'échantillonnage. Les prédictions du modèle en situation d'écoulement lent ont été qualitativement confirmées par les observations.

Une étude a été menée pour déterminer l'identité des principaux contaminants affectant les poissons de l'estuaire. On a constaté qu'il s'agissait des suivants: p,p'-DDE, alpha-chlordane, penta- et tétrachloroanisoles, hexachlorobenzène et certains isomères de biphényle chloré. La dispersion des isomères de biphényle chloré indiquait la présence d'Aroclor 1260 dans les deux bras et d'Aroclor 1254 dans le bras nord. D'autres analyses sont en cours.

Des sédiments en suspension ont été prélevés à l'aide d'un centrifugeur portatif et l'on y a dosé divers contaminants. Les concentrations de ces derniers étaient faibles; de nombreux composés, y compris les chlorophénols, n'ont pas été décelés. Comme la séparation des contaminants organiques des sédiments dépend de la teneur en carbone, qui n'était que de 3 p. 100 dans ces sédiments, le résultat obtenu s'explique facilement. Ces observations amènent à conclure qu'à moins que les contaminants ne pénètrent le système en étant déjà adsorbés par des sédiments hautement organiques (boues d'eaux usées, par exemple), la séparation des sédiments dans l'estuaire sera peu importante et le transport vers le détroit de Géorgie se fera surtout dans la phase aqueuse.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: J.H. Carey
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4693

---

7. CONTAMINATION PAR LES CHLOROPHÉNOLS DES ÉCOULEMENTS D'EAU PLUVIALE À CERTAINES SCIERIES DU BASSIN DU FLEUVE FRASER (P. Krahn)

Introduction

Annuellement, environ 32 p. 100 du bois résineux de construction exporté dans le monde proviennent de la Colombie-Britannique. Une grande partie de ce bois, surtout celui qui est acheminé outre-mer, doit être protégée contre les décolorations de l'aubier et les moisissures. En général, le bois fraîchement coupé est traité par l'application en surface d'une solution de chlorophénate à 1 ou 2 p. 100. Les chlorophénates sont préparés sous forme de sels de sodium hydrosolubles et appliqués au bois par immersion ou pulvérisation, à la scierie ou aux installations de l'exportateur.

Les solutions de chlorophénate peuvent être répandues dans l'environnement aux lieux d'entreposage et d'application des produits, ainsi qu'aux lieux d'égouttage et d'entreposage du bois traité. Environnement Canada et le ministère de l'Environnement et des Parcs de la C.-B. mettent actuellement en application un code de recommandations techniques visant le confinement des dégagements de chlorophénates aux scieries et aux installations des exportateurs. De nombreux correctifs ont été apportés lors de la modernisation des scieries. Toutefois, l'industrie des produits forestiers n'a pas pris de mesures pour prévenir ou confiner les fuites de chlorophénates dans les lieux d'entreposage du bois traité. La plus grande patie du bois traité est stockée à l'air libre dans des cours d'entreposage. Les résidus de chlorophénate se détachent du bois par lessivage ou lavage durant les averses et les eaux contaminées empruntent les égouts pluviaux pour se déverser dans le fleuve Fraser et d'autres plans d'eau.

Méthode

Un programme de surveillance a été lancé en août 1986 pour mieux définir et quantifier les écoulements d'eau pluviale provenant des cours d'entreposage du bois à cinq scieries sur le cours inférieur du fleuve Fraser et à deux terminaux d'exportation du bois de North Vancouver. Les bassins d'alimentation dans les cours de stockage du bois ont été isolés et l'on a prélevé des échantillons au puits d'accès avant que l'eau pluviale n'atteigne l'égout. On a recueilli à la main des échantillons instantanés d'eau de pluie contaminée par les chlorophénates, dans des flacons de verre ambré d'un litre, et on les a combinés pour produire des échantillons composites. Les paramètres de qualité ont été contrôlés pour environ trois averses et le débit a été déterminé lors de chaque échantillonnage.

Résultats et analyse

1. En moyenne, le bois traité par immersion laisse échapper par lessivage 52 000 ppb de chlorophénates (CP) totaux. Les concentrations observées à l'égout pluvial s'établissaient en moyenne à 430 ppb de CP totaux.

2. Le bois traité par pulvérisation à basse pression, et exposé à la pluie après une courte période de séchage ou sans séchage, produit des eaux de ruissellement fortement contaminées d'une teneur moyenne égale ou supérieure à 30 000 ppb de CP totaux.

3. Le bois traité par pulvérisation à basse pression, et exposé à la pluie après huit jours de séchage, produit un lessivat contenant jusqu'à 8000 ppb de CP totaux. Les concentrations observées à l'égout pluvial étaient en moyenne égales ou supérieures à 700 ppb de CP totaux.

4. Le bois traité par pulvérisation à haute pression, et exposé à la pluie après plusieurs jours de séchage, produit un lessivat contenant 1000 ppb de CP totaux. Les concentrations observées à l'égout pluvial étaient en moyenne égales ou supérieures à 1000 ppb de CP totaux.

On étudie actuellement les correctifs à apporter pour prévenir la contamination de l'eau pluviale par les chlorophénols.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: P. Krahn
Protection de l'environnement, Région du Pacifique
3rd Floor, Kapilano 100 - Park Royal South
West Vancouver (C.-B.) V7T 1A2
(604) 666-3057

8. PERSISTANCE DU DINOSÈBE ET DE L'ENDOSULFAN DANS LES EAUX ET SÉDIMENTS ADJACENTS À DES TERRES AGRICOLES TRAITÉES AUX PESTICIDES (M.T. Wan)

Introduction

La ferme A, située à 32 km au sud de Vancouver, a été choisie pour faire l'objet d'études sur la présence de dinosèbe et d'endosulfan dans l'estuaire du Fraser.

Méthode

L'étude sur le **dinosèbe** a porté sur un fossé adjacent à une culture de pois. Cet herbicide servait de défanant après la levée; il a été appliqué à la mi-juin 1986, au moyen d'un pulvérisateur à rampe monté sur un tracteur, à raison de 5 l de matière active par hectare.

Des échantillons de sédiments et d'eau ont été prélevés au hasard dans le fossé. On a effectué cinq prélèvements de chaque milieu avant le traitement au dinosèbe et après la pulvérisation, à la suite de deux chutes de pluie abondantes. Il n'a toutefois pas été possible d'être présent le jour de la pulvérisation ni, par conséquent, de recueillir des échantillons une demi-heure après l'application.

L'étude portant sur l'**endosulfan** a été menée dans une autre partie de la même ferme A, à proximité d'une culture de pommes de terre. Cet insecticide visait à contrôler les populations d'aphidiens et d'autres insectes nuisibles. Il a été appliqué le 24 juillet 1986, au moyen d'un pulvérisateur à rampe monté sur un tracteur, à raison de 0,568 kg de matière active par hectare.

On a recueilli des échantillons de sédiments et d'eau dans un fossé adjacent à la culture. On a également échantillonné la couche superficielle du sol (5 cm) dans les secteurs sarclés. Des prélèvements de déviation ont en outre été faits pendant l'application, à l'aide de boîtes de Pétri (diam. = 150 mm).

Résultats en analyse

Aucun résidu de **dinosèbe** n'a été décelé dans les échantillons d'eau et de sédiments avant la pulvérisation. Cependant, de faibles concentrations de cet herbicide ont été détectées dans l'eau, mais non dans les sédiments, après la première pluie abondante au début de l'automne (concentration moyenne de 0,004 ppm). On n'a pas décelé de résidus de cet herbicide après la deuxième importante chute de pluie, en décembre 1986.

Des résidus d'**endosulfan** se sont déposés sur les plaques de déviation placées à diverses distances de la zone traitée. Les quantités recueillies à 0, 2 et 3 m de la culture équivalaient respectivement à 246,9, 1,3 et 0,5 g d'endosulfan par hectare.

Des résidus d'endosulfan ont été entraînés dans la couche superficielle (5 cm) de sol du secteur sarclé de la ferme A, ainsi que dans les sédiments du fossé adjacent. Les concentrations dans la couche superficielle s'élevaient à 0,219 ppm et, dans les sédiments du fossé, elles étaient environ 20 fois moins élevées (0,011 ppm).

Peu après l'application (c'est-à-dire après une demi-heure), les résidus d'endosulfan dans la couche superficielle de 5 cm ont atteint un niveau de 1,712 ppm dans le secteur cultivé. Ils sont redescendus à 0,674 ppm après 60 jours et à 0,073 ppm après 80 autres jours.

Par contraste, les échantillons de la couche superficielle (5 cm) recueillis à 2 m du secteur traité contenaient 0,313 ppm d'insecticide une demi-heure après le traitement. Ce niveau a chuté à 0,164 ppm après 60 jours et à 0,50 ppm après 140 jours.

Dans les sédiments du fossé, une faible concentration d'endosulfan (environ 0,011 ppm) subsistait avant la pulvérisation, résultat des applications des années antérieures. Cette teneur a augmenté vers les mois d'automne et d'hiver, à la suite des fortes pluies saisonnières. Elle est ainsi passée de 0,003 ppm, une demi-heure après la pulvérisation, à 0,012 et 0,054 ppm, 60 et 140 jours plus tard.

L'eau de fossé ne contenait pas de résidus déalables d'endosulfan avant le traitement, mais on y retrouvait 1300 ppb de cet insecticide une demi-heure après le traitement de la culture de pommes de terre. On n'en a toutefois trouvé aucune trace 60 et 140 jours plus tard.

Conclusions

Bien qu'on ait relevé de faibles concentrations de **dinosèbe** dans l'eau de fossé après la première pluie abondante, les résultats de l'étude permettent de croire que cet herbicide n'a pas subsisté d'une année à l'autre dans le milieu aquatique, du moins à proximité de la ferme A.

Par contraste, l'étude indique que l'endosulfan subsiste non seulement dans la couche superficielle du sol cultivé, mais aussi dans le milieu aquatique avoisinant. L'incidence de concentrations sublétales d'endosulfan, de l'ordre de 200 ppb, sur les organismes vivant dans le sol est mal connue. On considère toutefois que la concentration de 11 ppb relevée dans les sédiments du fossé mène à une accumulation biologique chez les invertébrés aquatiques vivant dans les sédiments et les autres organismes de la chaîne alimentaire.

Bien que l'on estime que les quantités déviées dans le fossé adjacent, à 2 m de la surface traitée, ne représentent qu'environ 0,09 p. 100 du total pulvérisé, elles suffisent à créer une concentration de 1300 ppb d'endosulfan I et II dans l'eau, peu après la pulvérisation. Cette concentration dans l'eau équivaut à plus de 200 fois (endosulfan I) et 900 fois (endosulfan II) la TL_{50} après 96 heures pour la plupart des invertébrés aquatiques et des poissons.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: M.T. Wan
Protection de l'environnement, Région du Pacifique
3rd Floor, Kapilano 100 - Park Royal South
West Vancouver (C.-B.) V7T 1A2
(604) 666-3111

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'OUEST ET DU NORD

(Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Territoires du Nord-Ouest)

1. PERSISTANCE DES INSECTICIDES INGÉRÉS CHEZ LES CRIQUETS

(N.D. Wescott et A.B. Ewan, Groupe de recherche en toxicologie, Université de la Saskatchewan, Saskatoon)

Introduction

Au cours des quatre dernières années, de nombreux groupes et organismes environnementaux des Prairies se sont intéressés de près aux conséquences de la pulvérisation massive d'insecticide pour lutter contre les criquets. L'étude décrite ici visait à déterminer la quantité d'insecticide ingérée par les criquets et la proportion qui en subsiste dans leur organisme après une courte période (24 heures). Le but ultime des travaux était d'évaluer les risques d'empoisonnement secondaire d'animaux non visés et susceptibles de consommer des criquets empoisonnés.

Les objectifs de l'étude étaient les suivants:

1. Évaluer la concentration de diméthoate et de son métabolite, le diméthoxon, chez des criquets ayant consommé un appât de son traité au diméthoate et chez d'autres ayant été vaporisés au diméthoate.

2. Déterminer de quelle façon le diméthoate et le diméthoxon se dégradent en 24 heures chez les criquets empoisonnés.

Méthode

De jeunes criquets provenant de la station de recherche d'Agriculture Canada, à Saskatoon, ont été nourris de son traité au diméthoate et vaporisés au diméthoate, pour reproduire les méthodes d'application courantes dans les Prairies. Une fois morts, les insectes ont été divisés en groupes et laissés de côté pendant des périodes variables avant d'être congelés, pour que la dégradation du diméthoate chez les sujets morts puisse être observée. On a ensuite broyé les insectes pour en extraire l'insecticide et l'analyser.

Résultats et analyse

On a constaté que les criquets ayant mangé du son mouraient beaucoup plus vite que ceux qui avaient été pulvérisés, ce qui révèle que le diméthoate est plus efficace lorsqu'il est ingéré. C'est le diméthoxon qui est le véritable poison; il est produit chez le criquet par la métabolisation du diméthoate. L'étude a montré qu'en 24 heures, les concentrations de diméthoate chutaient rapidement à 25 p. 100 de la teneur initiale. Par ailleurs, les concentrations de diméthoxon ne diminuaient pas beaucoup au cours de la même période. Ces dernières représentaient de 25 à 30 p. 100 des concentrations de diméthoate.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Miles Constable, Agent int., Contaminants
Protection de l'environnement
Twin Atria No. 2
2nd Floor, 4999 - 98th Ave.
Edmonton (Alberta) T6B 2X3
(403) 468-8038

2. EFFETS DE L'APPLICATION DE CARBOFURAN EN BORDURE DES ROUTES SUR LES NICHÉES DE MAINATES DE BREWER (L.P. Horstman, PECAN Resources Inc., Edmonton)

Introduction

Des études préliminaires avaient révélé que certains oiseaux pouvaient être tués par le carbofuran pulvérisé pour lutter contre les criquets. L'expérience sur le terrain décrite ici a été réalisée afin de déterminer si des mainates de Brewer sur lesquels on avait pulvérisé délibérément cet insecticide manifestaient des troubles physiques ou comportementaux.

L'étude avait pour objectif de déterminer si l'application à grande échelle de carbofuran (Furadan) pourrait avoir des conséquences graves pour une espèce nichant en bordure des routes, comme le mainate de Brewer.

Méthode

À des fins de comparaison, on a choisi un secteur de traitement et un secteur témoin. Après avoir repéré les nids en bordure des routes on a aspergé de carbofuran ceux qui se trouvaient dans le secteur de traitement. Tous les nids ont fait l'objet de visites périodiques destinées à observer la croissance et le taux de mortalité chez les oisillons. Enfin, on a recueilli et sacrifié un groupe d'oisillons traités pour déterminer s'ils avaient absorbé le produit et si les concentrations de cholinestérase dans leur cerveau avaient diminué par suite de l'exposition au carbofuran.

Résultats et analyse

On a constaté que les oisillons avaient reçu ou retenu peu de carbofuran et que les concentrations de cholinestérase dans le cerveau et le plasma n'avaient pas diminué. C'est chez un jeune oiseau éloigné de son nid que l'on a décelé le plus de résidus. Il se peut que le milieu naturel du nid assure une certaine protection aux oisillons contre les contacts avec l'insecticide. La proportion des jeunes parvenant à maturité ne semble pas avoir changé. Le carbofuran n'est toxique que si l'animal l'ingère, l'inhale ou l'absorbe. Il est possible que les plumes protègent les oiseaux contre l'absorption. On peut provisoirement conclure de l'étude que la pulvérisation de carbofuran en bordure des routes ne menace pas les nichées de mainates de Brewer.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Miles Constable, Agent int., Contaminants
Protection de l'environnement
Twin Atria No. 2
2nd Floor, 4999 - 98th Ave.
Edmonton (Alberta) T6B 2X3
(403) 468-8038

Carbofuran (Furadan), carbaryl (Sevin), chlorpyrifos (Lorsban), deltaméthrine, malathion, méthamidophos

3. CERTAINS INSECTICIDES ACTUELLEMENT UTILISÉS POUR LUTTER CONTRE LES CRIQUETS NUISENT-ILS À LA REPRODUCTION DE LA CHOUETTE DES TERRIERS?

(Paul C. James (entrepreneur), Musée d'Histoire naturelle, Saskatchewan Culture and Recreation, Regina)

Introduction

Le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC) a classé la chouette des terriers dans la catégorie des espèces menacées au Canada. Vivant principalement dans les prairies, cette espèce a une répartition très similaire à celle du criquet et elle fréquente les fermes céréalières. Elle niche dans les terriers abandonnés par les tamias et les blaireaux. La Saskatchewan compte peut-être les deux tiers de la population canadienne de chouettes des terriers. Bien qu'une diminution progressive de cette population ait été décrite aux cours des récentes décennies, les causes en sont encore inconnues. Le régime alimentaire de cette espèce est constitué pour la plus grande part d'insectes, et surtout de criquets, en particulier pendant l'élevage des oisillons. Les objectifs de l'étude étaient les suivants:

1. Déterminer la fréquence et la nature des contacts entre les insecticides répandus par les propriétaires fonciers et les chouettes des terriers nichant dans un secteur où l'infestation de criquets a des répercussions économiques notables.

2. Établir si cette exposition nuit à la reproduction de la chouette des terriers.

Méthode

En 1986, 99 couples reproducteurs choisis au hasard ont fait l'objet d'une surveillance dans les secteurs de Regina et de Val-Marie (Saskatchewan). On a évalué le succès de reproduction et le nombre maximal de jeunes observés en surface pour tous les terriers. On a obtenu auprès des propriétaires fonciers et des municipalités les données sur l'application des insecticides. Une étude antérieure avait établi que 60 p. 100 des vols effectués à partir du terrier-nid couvraient une distance de 50 mètres ou moins, et que 90 p. 100 des vols avaient un rayon inférieur à 400 mètres. On a donc considéré que toute pulvérisation faite à moins de 400 mètres d'un terrier-nid actif pouvait constituer une source d'exposition aux insecticides.

Résultats et analyse

Seuls 33 des 99 couples nichant dans les deux secteurs observés n'ont été soumis à aucune pulvérisation à moins de 400 mètres de leur terrier-nid. Trente-neuf pour cent des terriers exposés ont reçu entre trois et huit pulvérisations et 70 p. 100 de ces dernières ont eu lieu à moins de 50 mètres du terrier. Les épandages en bordure des routes par les municipalités ont touché au moins une fois plus de 75 p. 100 des terriers. Au total, six insecticides ont été appliqués à moins de 400 mètres d'un ou de plusieurs terriers. Le carbofuran (Furadan), le carbaryl (Sevin) et le chlorpyrifos (Lorsban) totalisaient respectivement 35, 35 et 15 p. 100 des applications. Les autres insecticides utilisés étaient la deltaméthrine, le malathion et le méthamidophos.

Une ou plusieurs pulvérisations de carbaryl à moins de 50 ou 400 mètres du terrier-nid ont peu d'incidence sur la reproduction. Par net contraste, l'exposition au carbofuran à moins de 50 mètres du terrier-nid a entraîné des réductions, statistiquement significatives, de 54 p. 100 du nombre de petits par nid et de 50 p. 100 du nombre de couples élevant un ou plusieurs jeunes, comparativement au secteur témoin. La productivité des couples exposés à la fois au carbofuran et au carbaryl dans un rayon de 400 mètres du terrier-nid a été inférieure de 35 p. 100 à celle des couples exposés au carbaryl seulement. Une petite colonie de cinq nids sur laquelle du carbofuran avait été directement pulvérisé n'a produit aucun petit et l'on soupçonne que des chouettes adultes en sont mortes. Le taux de reproduction d'une colonie de 14 nids ayant reçu des pulvérisations directes de carbaryl a été inférieur de 30 p. 100 à celui d'une colonie voisine qui avait été épargnée.

Il ressort de cette première étude que dans les secteurs et périodes où l'infestation de criquets est de moyenne à grave, les chouettes des terriers qui nichent en Saskatchewan sont fréquemment exposées à des agents insecticides et certains de ces agents nuisent plus à la reproduction que d'autres. Les données recueillies portent à conclure que les effets observés dans le cas du carbofuran sont attribuables à sa toxicité marquée pour cette espèce et ne sont pas causés par la disparition de la nourriture. Les risques augmentent en fonction de la proximité du terrier et du lieu d'application de l'insecticide.

Les constatations à l'égard du carbaryl et du carbofuran laissent supposer que leur incidence relative sur la reproduction des chouettes des terriers reflète la toxicité aiguë pour le canard colvert des principaux insecticides disponibles pour la lutte contre les criquets. Si tel est le cas, des agents très toxiques comme le carbofuran et le chlorpyrifos ne devraient pas être appliqués à moins de 400 mètres des nids actifs de chouettes des terriers. On ne devrait

pulvériser aucun insecticide directement sur ces nids. Les organismes gouvernementaux devraient également tenir compte de la toxicité relative pour les espèces d'oiseaux utiles lorsqu'ils recommandent des insecticides pour la lutte contre les criquets et lorsqu'ils choisissent ceux dont les coûts seront amortis par voie de subventions. De même, pour les applications en bordure des routes, dans les pâturages, etc., les municipalités devraient arrêter leur choix sur les insecticides les moins toxiques pour les organismes non visés.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Glen A. Fox (responsable scientifique)
Inventaires et toxicologie de la faune, Service canadien de la faune
Centre national de recherche sur la faune, Environnement Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0H3
(819) 997-6076

---

4. INCIDENCE DES PESTICIDES SUR L'ÉCOLOGIE DES CANARDS NICHANT DANS LES PRAIRIES

(P.K. Sheehan, A. Baril, P. Mineau, D.K. Smith, A. Harfenist et W.K. Marshall, Service canadien de la faune)

Introduction

Le quart environ de la population totale des canards d'Amérique du Nord niche dans le "grenier à blé" du Canada, c'est-à-dire les Prairies. L'empiétement de l'agriculture sur l'habitat des oiseaux aquatiques est considérable et ne semble pas vouloir s'atténuer. Si la perturbation physique de l'habitat faunique n'est que trop évidente, les effets peut-être plus insidieux des pesticides sur la qualité de cet habitat sont encore mal connus. Plus le milieu de prédilection de l'avifaune perdra de sa superficie, plus les gestionnaires seront appelés à mettre l'accent non sur l'étendue, mais sur la qualité de l'habitat restant.

Alors que nous délaissons les insecticides très persistants et bioaccumulables tels que les organochlorés pour nous tourner vers l'arsenal nord-américain actuel des organophosphates, des carbamates et, plus récemment, des pyréthrinoïdes synthétiques, il va de soi que notre optique en matière de surveillance de la qualité de l'environnement doit changer. Les concentrations mesurables de résidus ne sont maintenant plus proportionnées aux effets probables. Par conséquent, l'utilisation d'une espèce comme indicateur biologique des conditions du milieu devient presque exclusivement un exercice d'étude et de modélisation des populations.

La Direction des inventaires et de la toxicologie du Service canadien de la faune a recensé les connaissances actuelles en matière d'incidence des pesticides sur les oiseaux aquatiques et a tenté d'évaluer les effets probables de ces substances à partir d'informations sur la biologie de l'avifaune et sur les propriétés des pesticides présentement en usage.

Méthode

La recension a porté sur la documentation largement diffusée ainsi que sur des études et publications gouvernementales. Dans les cas où l'on ne disposait pas d'informations écrites, on a consulté des personnes ressources. Parmi les grandes bases de données qui ont servi à l'analyse, citons l'Inventaire des terres du Canada, les inventaires annuels de l'avifaune aquatique menés conjointement par le Service canadien de la faune et le Fish and Wildlife Service des États-Unis, de même que divers recensements en agronomie, dont le programme quinquennal d'enquête de Statistique Canada. On a élaboré certains modèles pour évaluer les effets probables des pesticides sur la nidification et la survie des canards.

Résultats et analyse

Le rapport est trop volumineux pour être résumé adéquatement dans le présent sommaire. En voici les principaux éléments constitutifs:

1. Introduction
2. Écologie des oiseaux aquatiques et des bourbiers des Prairies
3. Production d'oiseaux aquatiques et empiétement de l'agriculture
4. Utilisation de pesticides dans les Prairies
5. Application de pesticides et risques de contamination hors cible
6. Incidence des pesticides sur les bourbiers des Prairies
7. Effets des herbicides sur l'habitat des bourbiers et des hautes terres
8. Scénarios possibles - quantification des dommages
9. Résumé et recommandations

Plusieurs éléments importants sont ressortis de cette analyse. Citons notamment la rareté d'informations adéquates permettant d'évaluer les effets éventuels des pesticides sur les populations d'oiseaux aquatiques. Les gestionnaires de la faune s'intéressant rarement aux pesticides, on perd de précieuses occasions de recueillir certaines données pertinentes. Les effets des insecticides et des herbicides sur les oiseaux aquatiques peuvent être très importants. À titre d'exemple, on a constaté que le nombre d'oiseaux reproducteurs directement exposés aux insecticides au cours d'une année marquée par une infestation de criquets était équivalent au nombre d'oiseaux pris par les chasseurs dans les provinces des Prairies. Certains de ces insecticides représentent un réel danger d'empoisonnement pour l'avifaune aquatique. Un certain nombre d'entre eux peuvent réduire les réserves alimentaires aquatiques au point de menacer les canetons d'inanition. Les effets des herbicides sur le couvert de nidification, en bordure des champs et dans d'autres zones non cultivées, sont mal connus, mais les prévisions établies à partir des données disponibles sont inquiétantes car elles montrent que les herbicides pourraient être une cause déterminante de la réduction de la productivité des oiseaux aquatiques.

En résumé, ce rapport démontre qu'on devrait s'intéresser davantage à l'incidence des pesticides sur les populations d'oiseaux aquatiques et sur leur habitat.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

P. Mineau
Service canadien de la faune
Centre national de recherche sur la faune, Environnement Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0H3
(819) 997-3045

Carbofuran
Chlorpyrifos

5. ÉTUDE SUR LES PULVÉRISATIONS CONTRE LES CRIQUETS EN SASKATCHEWAN ET EN ALBERTA (1986)

(D.J. Munro)

Introduction

Au cours de l'été 1986, la Direction de la qualité des eaux a réalisé une étude pour évaluer la présence et l'incidence des pesticides employés dans la lutte contre les criquets dans des écosystèmes aquatiques du sud de la Saskatchewan et de l'Alberta. On a procédé à la collecte et à l'extraction sur le terrain d'échantillons de 40 litres d'eau à douze endroits, dans des secteurs de ces deux provinces infestés par les criquets. On a analysé les prélèvements pour y doser cinq insecticides et deux produits de dégradation. On a recueilli des échantillons de macro-invertébrés dans six ruisseaux de la Saskatchewan pour étudier les effets éventuels des insecticides sur ces populations. De faibles concentrations de carbofuran et de chlorpyrifos ont été décelées dans la plupart des échantillons; elles étaient toutes très inférieures aux niveaux jugés toxiques pour les organismes aquatiques. Aucune modification n'a été observée chez les populations de macro-invertébrés, ce qui laisse supposer que les insecticides n'ont pas d'effets toxiques sur ces espèces.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

D.J. Munro
Direction de la qualité des eaux
1901 Victoria Avenue
Regina (Saskatchewan) S4P 3R4
(306) 780-5321

Dicamba, bromoxynil, 2,4-D, trifluraline, triallate, diclofop-méthyl, carbofuran, carbaryl, chlorpyrifos, diméthoate, deltaméthrine

6. ÉTUDE D'UN BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU SUD DE LA SASKATCHEWAN

(D. Waite et H. Sommerstad, Protection de l'environnement, Regina; R. Grover et L. Kerr, Agriculture Canada, Regina; N. Westcott, Agriculture Canada, Saskatoon)

Introduction

L'étude d'un bassin hydrographique du sud de la Saskatchewan visait à mesurer la migration de pesticides agricoles à partir des zones cibles vers un plan d'eau permanent, ainsi qu'à évaluer la toxicité de ces produits pour le milieu aquatique. Les stations de recherche de Regina et de Saskatoon d'Agriculture Canada ont analysé des échantillons pour y doser les produits suivants: dicamba, bromoxynil, 2,4-D, trifluraline, triallate, diclofop-méthyl, carbofuran, carbaryl, chlorpyrifos, diméthoate et deltaméthrine. On ne dispose guère de données sur la toxicité pour le milieu aquatique des pesticides propres aux Prairies, et les objectifs de l'étude étaient les suivants:

1. Recenser, sur une base annuelle, les principaux pesticides utilisés dans un bassin hydrographique agricole fermé.
2. Mesurer le transport de ces pesticides par le ruissellement printanier, la voie des airs et les eaux souterraines, vers un plan d'eau situé dans le bassin hydrographique.
3. Évaluer les effets toxiques de ces produits chimiques, individuellement et collectivement, sur un biote aquatique représentatif.
4. Délimiter la superficie d'apport et quantifier les apports de pesticides, en surface et par les eaux souterraines, dans les plans d'eau permanents.

Méthode

La superficie étudiée comprend environ 2800 ha de terres exploitées par 17 agriculteurs et par la municipalité de Regina. Tous les ans, on mène une enquête afin de recenser les produits cultivés et les pesticides utilisés pour chaque culture. Cette information est essentielle pour l'étude décrite ici.

Les produits chimiques agricoles peuvent se déplacer sous l'effet des mécanismes atmosphériques suivants: dérive latérale des pulvérisations; fixation à des particules de sol, puis transport de celles-ci sous l'effet de l'érosion; et évaporation dans les secteurs traités suivie de dépôt direct, de lessivage par la pluie ou d'absorption et de dépôt de particules. On a mesuré les mouvements atmosphériques en recueillant des poussières, des précipitations et des dépôts directs d'aérosols à l'aide de collecteurs spécialement conçus à cette fin. Les quantités de produits déposés ont été converties en taux de dépôts, mesurés en $\mu g/m^2 \cdot d^{-1}$.

En Saskatchewan, 90 p. 100 des déplacements d'eau de surface se produisent durant une brève période au printemps. Cette eau transporte des impuretés dissoutes, des particules de sol érodé et des poussières déposées sur la neige durant l'hiver. On a recueilli à sept endroits du bassin hydrographique des échantillons d'eau de ruissellement printanier.

Le bassin compte deux plans d'eau permanents. Ils reçoivent de l'eau de ruissellement superficiel, de la pluie et peut-être des eaux souterraines. Ces étangs sont trop peu profonds pour contenir du poisson, mais ils soutiennent des populations de plantes et d'invertébrés apparemment saines. En 1985 et 1986, on a recueilli toutes les semaines des échantillons d'eau dans chaque étang. On a également effectué des prélèvements hebdomadaires d'eau souterraine à l'aide de quatre tuyaux en fonte enfoncés verticalement dans la formation aquifère superficielle adjacente aux deux étangs. Ces échantillons représentaient les quantités d'eau qui s'étaient accumulées au cours de la semaine.

On a évalué de deux façons les effets toxiques des pesticides sur le milieu ambiant. On a d'abord recueilli et compté chaque semaine des animaux vivant au fond (des insectes, pour la plupart) pour déceler toute variation brusque de leurs populations pouvant être attribuée à l'apport de produits toxiques d'origine atmosphérique. On a d'autre part prélevé des échantillons de précipitations pour évaluer leur potentiel mutagène à l'aide du test d'Ames et pour mesurer leur toxicité directe à l'aide de daphnies (puces d'eau), d'une algue et de bactéries (test Microtox).

Résultats et analyse

En 1985, cinq herbicides ont été décelés dans les échantillons atmosphériques. Le taux maximal de dépôt a été de 4,32 $\mu g/m^2 \cdot d^{-1}$ de 2,4-D, à la fin juin et au début juillet. Au cours des deux années, c'est le 2,4-D qui a été observé le plus souvent dans ces échantillons, le diclofop-méthyl venant en deuxième place. On a également décelé du dicamba, du bromoxynil et du triallate. Les insecticides carbaryl et carbofuran, utilisés dans la lutte contre les criquets ont été détectés dans des échantillons d'air.

Cinq herbicides sont apparus dans les eaux de ruissellement en 1985. Le diclofop-méthyl a été observé le plus souvent (35 des 37 échantillons), suivi du triallate (25 des 37). La quantité estimative maximale d'herbicide provenant du ruissellement était de 2568,1 mg/h dans le cas du diclofop-méthyl. La plupart des valeurs étaient de beaucoup inférieures à ce niveau.

En 1985, aucun des six herbicides ou cinq insecticides n'a été décelé dans les échantillons d'eau souterraine. En 1986, aucun insecticide n'a été observé, mais on a relevé du diclofop-méthyl dans six des 38 prélèvements à raison de 0,1 à 4,9 ppb. Un échantillon contenait également du 2,4-D.

En 1985, huit des 32 échantillons d'eau d'étang contenaient du 2,4-D et deux, du diclofop-méthyl. En 1986, seuls quatre échantillons ont donné des résultats positifs; il s'agissait chaque fois de triallate. Aucun des deux étangs ne semblait contenir d'insecticides.

Malgré des pulvérisations massives contre les criquets dans le secteur, les populations d'animaux vivant au fond des étangs n'ont pas connu de variation catastrophique.

Aucun des échantillons de précipitations ne présentait de propriétés mutagènes d'après le test d'Ames. Cependant, tous étaient toxiques pour au moins deux des trois organismes retenus pour les essais. Tous les prélèvements étaient toxiques pour les daphnies, même lorsque l'eau de pluie était diluée à 50 p. 100, et la plupart étaient toxiques après dilution à 25 p. 100 de la concentration initiale. Tous les échantillons étaient toxiques pour l'algue, et certains l'étaient même à une concentration ne représentant que 6,25 p. 100 de la valeur initiale. La plupart des prélèvements étaient toxiques pour les bactéries, certains à une concentration aussi faible que 3,63 p. 100 de la valeur initiale. La cause de cette toxicité n'a pas encore été déterminée.

Conclusions

1. Des quantités mesurables de pesticides sont transportées par les eaux de fonte printanière et par voie atmosphérique.

2. En dépit de ces migrations, les concentrations ambiantes de pesticides dans les eaux stagnantes semblent faibles et sporadiques.

3. Malgré une utilisation intense de produits chimiques dans le secteur, les eaux souterraines peu profondes restent dans l'ensemble saines.

4. Les dépôts atmosphériques étaient toxiques pour les organismes servant aux essais biologiques, mais non pour les organismes vivant dans les étangs.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

Don Waite
Protection de l'environnement
Bureau de district de la Saskatchewan
2nd Floor, 1901 Victoria Ave.
Regina (Saskatchewan) S4P 3R4
(306) 780-6438

Rapports provisoires de la PE disponibles pour 1984 et 1985

Bromoxynil, 2,4-D, MCPA, dicamba, diclofop-méthyl, triallate, trifluraline

7. CONTAMINATION PAR LES PESTICIDES DES RIVIÈRES LA SALLE ET ASSINIBOINE (MANITOBA)

(S. Therrien-Richards)

Introduction

La rivière La Salle coule dans un bassin fertile et intensément cultivé du centre-sud du Manitoba. Le débit naturel de ce cours d'eau est gonflé par de l'eau pompée de la rivière Assiniboine, afin qu'il puisse constituer une source d'approvisionnement suffisante pour les besoins domestiques, l'abreuvement du bétail et l'irrigation. Certaines craintes quant à la présence de pesticides agricoles dans ce cours d'eau ont donné lieu à la réalisation de l'étude décrite ici.

Le but de cette étude était de déterminer la répartition des pesticides agricoles dans les rivières La Salle et Assiniboine, dans le bassin hydrographique de la rivière La Salle.

Méthode

Dans le bassin hydrographique de la rivière La Salle, on a mené une enquête auprès des fermiers pour recenser les pesticides agricoles les plus largement utilisés. À partir des résultats, on a analysé tous les échantillons pour y doser les produits suivants: bromoxynil, 2,4-D, acide (chloro-4 méthyl-2 phénoxy) acétique (MCPA), dicamba, diclofop-méthyl, triallate et trifluraline. Une fois par mois, d'août à décembre 1984, on a prélevé des échantillons d'eau à sept endroits dans la rivière La Salle et à deux endroits dans la rivière Assiniboine. De même, des échantillons de poisson fourrage, de plantes aquatiques et de sédiments de fond ont été recueillis à une occasion en août 1984.

Résultats et analyse

Le dicamba, la bromoxynil et le 2,4-D ont été décelés dans les échantillons d'eau de la rivière La Salle, à des concentrations allant de 0,10 à 3,98 µg/l. La trifluraline et le triallate n'étaient pas présents dans l'eau, mais l'étaient dans les échantillons de poisson fourrage et de sédiments de fond provenant des deux rivières. On n'a trouvé du MCPA dans aucun milieu de dosage. Les échantillons de plantes aquatiques ne contenaient pas de pesticides.

Les concentrations de pesticides dans les deux rivières étaient inférieures aux plafonds établis pour l'eau potable par Santé et Bien-être social Canada; dans les cas où aucun plafond n'avait été établi par le Canada, les concentrations se situaient en deçà des doses quotidiennes acceptables fixées par l'Environmental Protection Agency des États-Unis ou par l'Organisation mondiale de la santé. Toutefois, la présence de trifluraline et de triallate dans les échantillons de poissons et de sédiments a suscité des préoccupations.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Suzanne Therrien-Richards
Protection de l'environnement
Bureau de district du Manitoba
800, imm. Kensington
275 Portage Ave.
Winnipeg (Manitoba) R3D 2B3
(204) 949-4813

8. PERSISTANCE ET MIGRATION DU PICLORAME DANS UN BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU NORD DE LA SASKATCHEWAN

(D. Waite, Protection de l'environnement, Regina; R. Grover, Agriculture Canada, Regina; A. Smith, Agriculture Canada, Regina)

Introduction

La population a exprimé des inquiétudes à propos des risques de contamination des sources d'approvisionnement en eau par le piclorame pulvérisé pour détruire les broussailles. L'application de cette substance à grande échelle par le ministère de la Défense nationale dans un champ de tir du nord de la Saskatchewan a fourni l'occasion d'étudier la persistance et la migration du piclorame sous l'influence d'un climat nordique. L'étude visait les objectifs suivants:

1. Observer le lessivage du piclorame (Tordon) dans un sol sablonneux.
2. Déterminer la persistance du piclorame dans un sol sablonneux.
3. Contrôler les résidus de piclorame dans les sédiments et les eaux de lacs voisins.

Méthode

Après l'application de piclorame dans le champ de tir, à raison de 3,38 kg/ha, on a aménagé une série de puits pour échantillonner l'eau souterraine, fait des prélèvements de sol dans le champ, recueilli des échantillons d'eau et de sédiments dans des lacs voisins et capturé des poissons. On a cherché des résidus de piclorame dans tous les échantillons pour déterminer si cette substance restait dans le sol ou était drainée dans les lacs.

Résultats et analyse

Le piclorame appliqué dans le secteur a franchi le sol sablonneux pour pénétrer dans l'eau souterraine. La migration de cette dernière a permis au produit de se retrouver dans un lac voisin. En raison de la faible circulation de l'eau et, peut-être, de la poursuite de la contamination provenant du champ de tir, on a trouvé du piclorame dans l'eau pendant près d'un an. La présence de cette substance n'a pas été décelée dans les poissons et aucun dommage à la végétation aquatique n'a été observé.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: Don Waite
Protection de l'environnement
Bureau de district de la Saskatchewan
2nd Floor, 1901 Victoria Ave.
Regina (Saskatchewan) S4P 3R4
(306) 780-6438

Rapport de la PE nº W8NR
86/87-CP (EPS)-4

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ONTARIO

1. CHEMINEMENT DE CONTAMINANTS ORGANIQUES DANS LES SYSTÈMES FLUVIAUX (J.H. Carey)

Introduction

Le lampricide trifluorométhyl-3 nitro-4 phénol (TFM) est utilisé dans les Grands Lacs pour lutter contre la lamproie de mer (*Petromyzon marinus*). Depuis le lancement du programme, en 1958, plus de 1,25 million de kg de ce produit ont été appliqués dans les affluents des Grands Lacs. Des études de la dégradation du TFM ont indiqué qu'il était très résistant aux réactions chimiques et à la biodégradation. Des travaux de laboratoire sur sa photodégradation ont révélé que la lumière du soleil pouvait le décomposer en au moins sept produits. Après avoir obtenu confirmation de cette photoréactivité par le traitement d'un étang d'expérimentation, on a décidé d'observer un cours d'eau traité en conditions réelles.

L'herbicide dinosèbe ((méthyl-1 propyl)-2 dinitro-4,6 phénol) est utilisé au Canada pour traiter diverses cultures, notamment les pommes de terre sur la côte est, les pois et les céréales dans tout l'est du Canada et les baies et d'autres cultures dans le delta du fleuve Fraser. Comme il s'agit d'un phénol, il est probablement assez soluble pour migrer dans le milieu. Il peut se mêler aux eaux de surface sous l'effet du ruissellement des terres et par suintement à faible profondeur. Le dinosèbe et le TFM étant tous deux des nitrophénols, des recherches ont été menées pour déterminer si le dinosèbe était susceptible de photodégradation par le même mécanisme que le TFM.

L'étude décrite ici avait pour but de poursuivre les travaux sur la photolyse du lampricide TFM et d'entreprendre des recherches sur la décomposition photochimique de l'herbicide dinosèbe.

Méthode

Au cours du traitement d'un petit cours d'eau de l'est de l'Ontario, on a recueilli des échantillons d'eau en amont et juste en aval du lieu de traitement. D'autres prélèvements ont été effectués au cours des trois jours suivants, à mesure que le "bouchon" de TFM se déplaçait en aval. On a analysé ces échantillons pour y doser le TFM et ses produits de dégradation.

Une étude en laboratoire du mécanisme de dégradation du TFM a été menée en collaboration avec des scientifiques de l'Université McMaster. On a déterminé les effets de divers inhibiteurs sur la durée de l'état excité et les rendements quantiques des produits.

Les caractéristiques spectrales du dinosèbe ont été observées en fonction du pH. Des irradiations ont été faites en laboratoire à 350 nm et la disparition du dinosèbe en fonction du pH a été contrôlée par spectrophotométrie.

Résultats et analyse

La plupart des travaux de laboratoire associés à l'étude des mécanismes de photodégradation du TFM ont été menés à terme et un manuscrit a été rédigé. Des indices permettent de croire que la décomposition de cette substance fait intervenir un photoréarrangement en un ester de nitrite, suivi de diverses réactions thermiques. Après avoir passé en revue ce manuscrit, l'équipe chargée de l'étude a décidé qu'une dernière expérience était souhaitable pour renforcer l'hypothèse concernant le mécanisme proposé. Si elle est réalisable, cette expérience sur le marquage isotopique sera menée au cours de l'année à venir et, en cas de réussite, les résultats en seront intégrés au manuscrit, qui sera alors soumis à une publication spécialisée.

Une étude en laboratoire sur la photolyse du dinosèbe a été entreprise au cours de l'année. Comme le dinosèbe et le TFM sont tous deux des nitrophénols, on supposait que la photolyse du premier serait similaire à celle du second. En fait, on a constaté que les propriétés chimiques et les mécanismes de photolyse de ces deux pesticides étaient nettement différents. On prévoit mener au cours du prochain exercice financier d'autres études sur les taux et le mécanisme de photolyse du dinosèbe.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: J.H. Carey
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4693

Chlordane, DDT, dieldrine, endrine, endosulfan, heptachlore, lindane, méthoxychlore

2. TECHNIQUES DE BIOSURVEILLANCE DES PESTICIDES DANS LES SYSTÈMES AQUATIQUES (J.L. Metcalfe)

Introduction

La moule unionidée ***Elliptio complanata*** a été évaluée en tant qu'agent de biosurveillance des pesticides dans la rivière Yamaska, au Québec, et dans la rivière Nation-Sud, un affluent de la rivière des Outaouais. Par le passé, les moules ont été utilisées avec succès pour le contrôle biologique de certains pesticides, en particulier les organochlorés persistants. Elles devraient donc être d'excellentes candidates pour la rivière des Outaouais, dans les eaux de laquelle on a décelé les produits suivants: chlordane, DDT et ses métabolites, dieldrine, endrine, endosulfan, heptachlore, lindane et méthoxychlore. En 1986-1987, on étendait la portée d'une étude en cours visant l'établissement d'un programme général de biosurveillance de cette rivière, pour y inclure un site de contrôle des pesticides: la rivière Nation-Sud, qui draine les terres agricoles de quatre comtés de l'Ontario. On songe également à utiliser ***E. complanata*** comme organisme de biosurveillance des pesticides relativement non persistants qui sont utilisés dans le bassin de la rivière Yamaska. Dans le cas de pesticides comme l'aminocarbe, l'atrazine et le parathion, il a été démontré que l'absorption et l'excrétion par les organismes aquatiques étaient rapides et que les facteurs de bioconcentration étaient faibles. Cela n'exclut pas pour autant les effets toxiques, mais le lien entre l'exposition et les effets en devient plus difficile à établir. Les moules sont des candidates prometteuses pour l'étude de la présence, des concentrations et du devenir des pesticides non persistants car leurs rythmes d'élimination des xénobiotiques sont lents par rapport à ceux des poissons et des crustacés.

Une étude a également été entreprise conjointement avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario pour comparer le potentiel de deux invertébrés benthiques, la sangsue ***Nephelopsis obscura*** et la moule ***Elliptio complanata***, en tant qu'agents de biosurveillance des chlorophénols et des dioxines dans la rivière à la Pluie, dans le nord-ouest de l'Ontario. L'année précédente, ces composés avaient été décelés dans la rivière, en aval de deux usines de pâtes et papiers. Dans le cadre de travaux antérieurs, le ministère de l'Environnement de l'Ontario avait jugé les moules insatisfaisantes pour la détection des chlorophénols dans l'environnement. Par contraste, les travaux antérieurs de l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) portant sur les sangsues avaient démontré qu'elles accumulaient les chlorophénols à des concentrations de deux à plusieurs fois supérieures à celles des poissons ou d'autres organismes benthiques.

L'étude décrite ici avait pour but de mettre au point des techniques de biosurveillance permettant de déterminer la présence, les concentrations et la biodisponibilité des pesticides dans le milieu aquatique et d'évaluer leurs effets écologiques et physiologiques sur le biote aquatique.

Méthode

Des moules récoltées dans un lac pur (le lac Balsam) ont été enfermées pendant deux mois dans des cages, à onze emplacements dans le cours inférieur de la rivière des Outaouais, notamment en amont, en aval et dans les eaux de la rivière Nation-Sud. Dans la rivière Yamaska, trois cages de moules ont été déposées, pour des périodes de deux semaines, un et deux mois, dans chacun de cinq affluents dont la contamination par des pesticides agricoles était avérée. La période d'exposition représentait une partie substantielle de la saison de croissance et toute modification dans l'utilisation des pesticides avec le temps au cours de cette saison devrait être décelable dans les échantillons. Toutes les moules ayant servi aux deux études ont été congelées et attendent d'être analysées, à l'exception d'un petit nombre d'échantillons provenant de la rivière des Outaouais, qui ont été étudiés grâce à des ressources puisées dans le fonds pour les pesticides et confiées à la DQE-RO (l'étude de la rivière des Outaouais est menée conjointement par l'INRE et la DQE-RO).

Dans la rivière à la Pluie, des cages de sangsues et de moules ont été déposées ensemble pendant trois semaines à 17 emplacements le long du cours d'eau, entre le lac à la Pluie et le lac des Bois. On a évalué la faisabilité de l'encagement des sangsues et remis des échantillons de sangsues et de moules au LNQE et aux laboratoires du ministère de l'Environnement de l'Ontario, en vue du dosage des résidus de chlorophénols et de dioxines.

Résultats et analyse

Toutes les moules ont survécu aux périodes d'exposition dans les rivières Yamaska et des Outaouais. Deux cages ont été perdues à cause du vandalisme dans la rivière des Outaouais, mais aucune n'a subi ce sort dans la Yamaska. Les résultats préliminaires de l'étude de la rivière des Outaouais ont été exposés ailleurs (rapport de la DQE-RO destiné au Fonds pour les pesticides) et ne seront pas repris ici. On analysera le reste des échantillons des deux études pour doser les résidus de pesticides dans leurs tissus; ils serviront aussi à déterminer les réactions au stress. Puisque les moules peuvent survivre à de longues périodes d'exposition en conditions réelles, elles auront le temps d'avoir des réactions au stress qui donneront des indications sur l'état du milieu ambiant. Parmi les réactions auxquelles on s'intéressera, citons les variations des taux de croissance (dimensions des coquilles), l'évolution de facteurs d'état (poids du corps, pourcentage de lipides) et les fluctuations des proportions d'acide aminé. Ces dernières ont été observées chez des bivalves marins en réaction à divers polluants.

Le dosage de résidus de chlorophénols et de dioxines chez les sangsues et les moules de la rivière à la Pluie n'est pas terminé. La mise en cage de sangsues s'est avérée réalisable et 80 p. 100 ou plus des individus survivaient après un séjour de trois semaines aux emplacements situés le plus en aval. Toutefois, des taux de mortalité élevés, enregistrés non seulement à proximité des usines de pâtes, mais aussi aux emplacements témoins situés en amont, permettent de mettre en cause certains aspects de la qualité de l'eau qui n'ont aucun rapport avec les effluents de ces usines. Comme les sangsues sont connues pour être très sensibles aux variations de la dureté de l'eau et comme cette dureté augmente en direction de l'aval dans la rivière à la Pluie, il se peut que ce facteur soit entré en jeu. Les sangsues ayant servi à l'étude ne provenaient pas du secteur observé et l'on recommande d'employer à l'avenir, dans la mesure du possible, des espèces locales. À partir de ces techniques et recommandations, le ministère de l'Environnement de l'Ontario a mené, plus tard en 1986, une étude fructueuse faisant appel à des sangsues en cage pour observer la présence et la distribution des chlorophénols en aval d'une usine d'agents de préservation du bois.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: J.L. Metcalfe
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4685

2,4-D, dinosèbe, deltaméthrine, cyhalothrine

3. EFFETS DES PESTICIDES SUR LA PHOTOSYNTHÈSE ALGUAIRE ET L'ASSIMILATION PAR LE ZOOPLANCTON

(D.R.S. Lean)

Introduction

L'incidence des pesticides sur les écosystèmes lacustres peut se manifester de multiples façons et il n'existe pas en la matière d'essai simple permettant un dépistage efficace. La méthode décrite ici a été mise au point pour mesurer les effets physiologiques de ces produits sur les algues et le zooplancton. De premières expériences ont été menées pour évaluer les effets de certains pesticides (2,4-D, dinosèbe, deltaméthrine et cyhalothrine) sur la photosynthèse des algues de la baie de Quinte (lac Ontario), et sur l'assimilation par les daphnies du photosynthétat marqué. Dans le cas du phytoplancton, on a mesuré non seulement la quantité totale de ^{14}C-bicarbonate, mais également la synthèse des fractions subcellulaires d'hydrates de carbone, de lipides et de protéines. Les pesticides peuvent affecter l'activité d'un animal (l'alimentation, dans ce cas-ci) ou sa capacité d'assimiler et de métaboliser. On a contrôlé ces effets en évaluant la quantité et la forme du photosynthétat marqué et absorbé par *Daphnia galeata mendotae*, organisme du zooplancton.

L'étude visait à établir un indice des réactions de stress létal et sublétal que les pesticides provoquent chez le phytoplancton et le zooplancton dans l'eau des lacs.

Méthode

On a effectué une préfiltration de l'eau de lac pour en retirer le zooplancton et l'on a ajouté 20 daphnies adultes à des échantillons contenus dans des flacons à DBO de 300 ml, additionnés de ^{14}C-bicarbonate et de pesticides à des concentrations diverses (expérience menée en double). Des échantillons de phytoplancton et de zooplancton ont été prélevés après une exposition de 12 heures à l'intensité lumineuse optimale, puis après 12 heures à l'obscurité. Ils ont ensuite été congelés pour dosage radiologique et fractionnement subcellulaire en hydrates de carbone, protéines et lipides.

Résultats et analyse

Pour chacun des échantillons, le degré de photosynthèse a été mesuré. Par exemple, le 2,4-D à fortes concentrations inhibait le carbone total fixé, mais la répartition subcellulaire était constante. L'inhibition était moins prononcée avec le dinosèbe, mais en revanche, la synthèse des protéines et des lipides était modifiée. Les effets létaux de ces herbicides sur les daphnies nécessiteront des études plus poussées. Les insecticides deltaméthrine et cyhalothrine n'affectaient pas le phytoplancton, mais le degré d'assimilation du photosynthétat marqué se trouvait réduit, même à des concentrations sublétales.

Cette méthode renseigne sur le processus global de photosynthèse et la synthèse des protéines, hydrates de carbone et lipides chez les plantes. L'inhibition de la synthèse des protéines chez les plantes ou l'assimilation des protéines par les animaux indiqueraient un taux de croissance réduit, en entraîneraient probablement l'exclusion de l'organisme de l'écosystème. Les lipides produits par les algues ont tendance à concentrer les pesticides non polaires et sont ensuite assimilés par le zooplancton pour la production d'oeufs. Les travaux se poursuivront sur les cultures pures afin d'établir des normes applicables à un milieu lacustre.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.R.S. Lean
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4783

4. EFFET DES MATIÈRES ORGANIQUES DISSOUTES SUR LA BIOACCUMULATION DES PYRÉTHRINOÏDES DE SYNTHÈSE PAR LES CLADOCÈRES *DAPHNIA MAGNA* (K. Day)

Introduction

Les pyréthrinoïdes synthétiques (perméthrine, cyperméthrine, deltaméthrine et fenvalérate, par exemple) forment un groupe d'insecticides actuellement homologués et largement utilisés pour protéger nombre de cultures au Canada. En tant que groupe, les pyréthrinoïdes sont rangés dans la catégorie des produits hydrophobes moyennement persistants, peu toxiques pour les mammifères mais très toxiques pour les poissons et de nombreux invertébrés aquatiques. L'introduction accidentelle de pyréthrinoïdes de synthèse dans le milieu aquatique par pulvérisation, dérive ou ruissellement peut entraîner leur adsorption rapide sur des particules vivantes et inorganiques ou sur des matières organiques colloïdales ou dissoutes. On ignore si ces produits adsorbés peuvent être assimilés biologiquement par les organismes aquatiques pour ensuite exercer un effet toxique ou s'accumuler, ou les deux à la fois.

L'étude décrite ici avait pour but de déterminer la répartition chimique de trois pyréthrinoïdes synthétiques dans de l'eau contenant des matières organiques dissoutes à diverses concentrations, ainsi que les effets de ces concentrations sur l'assimilation et la bioaccumulation de ces produits par le cladocère *Daphnia magna*.

Méthode

Plusieurs études ont été menées pour mesurer l'adsorption de trois pyréthrinoïdes synthétiques (deltaméthrine, fenvalérate et cyhalothrine) sur de la matière humique dissoute (MHD) (acide humique d'Aldrich) et pour évaluer les effets de cette adsorption sur la bioaccumulation des pesticides par *Daphnia magna*. Des groupes de *D. magna* adultes ont été exposés aux pesticides radio-marqués (0,2 µg/l de deltaméthrine, 2,3 µg/l de fenvalérate et 0,9 µg/l de cyhalothrine dans des solutions aqueuses. Les concentrations choisies étaient inférieures à la TL_{50} après 24 heures. De l'eau du lac Ontario à laquelle on avait ajouté de la MHD à diverses concentrations (0, 0,5, 1,0, 5, 10, 15 et 30 mg/l) a été filtrée à l'aide de filtres membranes Gelman AE de 0,3 µm. Les expériences ont été faites à l'aide de flacons à DBO de 300 ml tournant sur une roue, à 21 °C et dans l'obscurité. Après une exposition de 24 heures, les quantités de chaque pesticide présentes dans l'eau, adsorbées sur les parois des flacons de verre et accumulées par les animaux ont été évaluées par scintillation liquide.

Résultats et analyse

On a constaté que les trois pesticides étaient adsorbés sur les parois des contenants de verre à toutes les concentrations de MHD; toutefois, c'est dans les flacons témoins qu'on a noté la plus forte adsorption. Dans ces derniers, par exemple, les proportions de radioactivité relevée sur le verre s'établissaient à 16,9, 8,6 et 4,7 p. 100 pour la deltaméthrine, le fenvalérate et la cyhalothrine, comparativement à 9,3, 3,4 et 0,5 p. 100 sur le verre des flacons contenant 30 mg/l de MHD. Le pourcentage de radioactivité restant dans l'eau augmentait en fonction de la teneur en MHD: par exemple, la concentration de ^{14}C-delta-méthrine passait de 59,6 à 79,2 p. 100 dans 30 mg/l de MHD; les valeurs correspondantes étaient de 74,1 et 86,5 p. 100 pour le ^{14}C-fenvalérate et de 83,3 et 98,2 p. 100 pour la ^{14}C-cyhalothrine. Ces observations permettent de croire que la présence de matières organiques dissoutes comme les acides humiques fait augmenter la surface propice à l'adsorption des composés lipophiles (produits hydrophobes).

La liaison des pyréthrinoïdes synthétiques à la MHD influence directement l'accumulation de ces produits par *D. magna*. Le pourcentage de la radioactivité appliquée décelé chez les animaux a chuté de 2,7 à 0,4 p. 100 pour la deltaméthrine, de 3,1 à 0,6 p. 100 pour le fenvalérate et de 3,8 à 0,5 p. 100 pour la cyhalothrine, à mesure que la concentration de MHD a augmenté. La quantité de produits chimiques dans les organismes des animaux a diminué de 0,31 à 0,04 pmol/g (poids humide) pour la deltaméthrine; les valeurs correspondantes étaient de 3,40 et 0,72 pour le fenvalérate, et de 1,55 et 0,22 pour la cyhalothrine. Ces résultats portent à penser qu'un contaminant lié à de la MHD est beaucoup moins susceptible d'être assimilé biologiquement par les organismes que les contaminants non fixés.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: K. Day
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4659

5. MISE AU POINT DE MÉTHODES DE DOSAGE DES PYRÉTHRINOÏDES (H.B. Lee et A.S.Y. Chau)

Introduction

Les pyréthrines, extraits des pyrèthres présents dans la nature, ont de bonnes propriétés insecticides et sont peu toxiques pour les mammifères. Cependant, comme ces produits sont très instables à la lumière et se dégradent rapidement, ils ne sont pas utiles aux fins agricoles. Depuis la découverte, au XIX^{e} siècle, des pyréthrines naturelles, on s'est intéressé de très près à la création de pyréthrinoïdes synthétiques ayant des structures et des propriétés analogues. Dès 1973, on disposait de plusieurs nouveaux composés plus stables, mais conservant bon nombre des caractéristiques avantageuses des pyréthrines naturelles. Parmi ces pyréthrinoïdes de synthèse, ce sont la perméthrine, la cyperméthrine, la deltaméthrine et le fenvalérate qui ont le plus retenu l'attention. Ces pesticides permettent de lutter efficacement contre les insectes en agriculture, sont peu toxiques pour les mammifères et ont une persistance de faible à moyenne. En raison de ces caractéristiques souhaitables, on songe à substituer ces pyréthrinoïdes aux organochlorés, aux organophosphorés et aux méthylcarbamates. Il est donc important d'établir des méthodes adéquates pour l'analyse courante de ces produits. Les pyréthrinoïdes synthétiques ont été homologués au Canada pour de nombreuses applications, y compris la lutte contre le ver à fruit, le doryphore de la pomme de terre, la pyrale du maïs, la mineuse et le ver gris, dans les cultures de fruits et légumes.

Le but ultime de l'étude décrite ici est de mettre au point des méthodes d'analyse courante pour le dosage, dans l'eau et les sédiments, des quatre pyréthrinoïdes synthétiques (perméthrine, cyperméthrine, deltaméthrine et fenvalérate), des métabolites neutres (alcool phénoxy-3 benzylique (PBalc) et aldéhyde phénoxy-3 benzylique (PBald)), et des métabolites de caractère acide (acide phénoxy-3 benzoïque (PBacid) et acide (dibromo-2,2 vinyl)-3 diméthyl-2,2 cyclopropanecarboxylique (ADBC)). Durant la période faisant l'objet du présent rapport, l'utilité de plusieurs méthodes de dosage de ces pesticides a été évaluée.

Méthode

Des échantillons d'eau ont été extraits au dichlorométhane et chaque extrait a été divisé en deux parts égales. La première moitié a servi au dosage des pyréthrinoïdes d'origine et de leurs métabolites neutres et la deuxième, au dosage des métabolites de caractère acide par la formation de leurs dérivés d'ester PFB.

Résultats et analyse

Une séparation chromatographique pour l'analyse d'un mélange des pyréthrinoïdes d'origine a été effectuée à l'aide d'une colonne capillaire à silice OV-1 de 12 m. À partir d'une programmation de températures appropriée, neuf crêtes ont été observées pour ce mélange, en raison de la présence d'espèces isomères. Deux d'entre elles ont été attribuées à la perméthrine (isomères cis et trans), quatre à la cyperméthrine, deux au fenvalérate et une à la deltaméthrine. Leurs facteurs de réaction à la détection par capture d'électrons (DCÉ) ont aussi été évalués. En raison de leur faible volatilité, des températures de colonne très élevées (plus de 260 °C) ont été nécessaires pour analyser par chromatographie les composés d'origine. En faisant des injections sans division sur une colonne capillaire, on a observé un certain effet de mémoire dû à l'entraînement des pyréthrinoïdes d'un échantillon à l'autre.

On a évalué une méthode d'analyse des quatre pyréthrinoïdes synthétiques dans l'eau, à une concentration inférieure à 1 ppb. Cette méthode comportait l'extraction par solvant des pesticides au moyen de dichlorométhane (DCM) et le nettoyage de l'extrait d'échantillon sur une colonne de Florisil désactivée à 10 p. 100. En raison de la polarité relativement élevée de ces pesticides, les pyréthrinoïdes ont été élués dans la fraction de 1 p. 100 d'acétone dans l'hexane. La récupération quantitative des pyréthrinoïdes a été obtenue à partir d'échantillons d'eau enrichis à des concentrations de 0,3 à 0,5 µg/l. Toutefois, d'autres travaux seront nécessaires pour étudier la récupération de ces composés à des concentrations encore plus faibles.

Une autre méthode d'analyse des métabolites des pyréthrinoïdes de caractère acide (PBacid et ADBC) a été mise au point. Les acides ont été extraits de l'eau au DCM après acidification de l'échantillon à pH < 1. L'extrait a ensuite été dérivé en esters PFB sensibles à la DCÉ pour obtenir la sensibilité nécessaire à la détection de faibles concentrations d'un acide non halogéné comme PBacid. Les esters ont été purifiés sur une colonne de silica-gel désactivée à 5 p. 100 avant récupération par toluène de PBacid et ADBC à des concentrations de 0,5 à 0,7 µg/l; il faudra toutefois évaluer la méthode pour d'autres concentrations. À cause d'immixtions dans les produits dérivés, on a également adopté une autre méthode CG-DSM pour la confirmation des résultats.

On a mis à l'essai deux méthodes pour le dosage des métabolites neutres PBald et PBalc. La première faisait appel à la technique de CLHP utilisant une colonne C18 en phase inversée pour la séparation des métabolites et un DUV à longueur d'onde variable pour la quantification. Bien que la sensibilité de cette combinaison ait été démontrée (seuil de détection: 50 ng/l), la méthode ne s'est pas avérée assez précise ou sélective pour l'analyse de PBalc et PBald dans des échantillons d'eau naturelle, à cause des influences d'autres produits d'extraction. La deuxième méthode visait la détection de ces

composés à l'aide d'une colonne capillaire jumelée à un DSM. Parce qu'elle permet d'observer les ions moléculaires et quelques ions caractéristiques, cette méthode très sélective s'est également avérée sensible. À partir d'un facteur de concentration de 1000, les limites de détection de PBald et PBalc étaient de 5 et 10 ng/l respectivement. Avec le DCM, les récupérations d'extraits de ces composés étaient également supérieures à 85 p. 100.

Ces méthodes ont été appliquées à l'analyse de la deltaméthrine, et de ses métabolites neutres et de caractère acide, dans des échantillons recueillis à l'Île-du-Prince-Édouard après pulvérisation de ce pesticide. Il convient de souligner qu'elles n'en sont qu'aux stades préliminaires de la mise au point. Il faudra mener d'autres travaux pour confirmer leur efficacité à des concentrations différentes, et mettre au point des méthodes similaires pour le dosage de ces composés dans les échantillons de sédiments.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: H.B. Lee
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4645

Méthoxychlore, lindane, aldrine, dieldrine, heptachlore

6. CHLORATION DES PESTICIDES PAR RÉDUCTION (R. Baxter)

Introduction

On a fait certaines observations sur les pesticides dans le cadre d'une étude plus vaste portant sur la déchloration par réduction des contaminants de l'environnement. De nombreuses substances qui sont relativement persistantes en situation d'oxydation subissent au moins une dégradation primaire dans des conditions réductrices. La déchloration par réduction, c'est-à-dire le remplacement d'un atome de chlore par un autre d'hydrogène, est l'une des plus importantes réactions entrant en jeu dans ces dégradations.

Un mécanisme de déchloration par réduction fait intervenir une réaction entre un composé chloré et une porphyrine de fer réduite telle que l'hématine. En présence d'un agent réducteur approprié, la porphyrine de fer oxydée produite au cours de la réaction se trouve réduite de nouveau, de sorte qu'une faible quantité de porphyrine de fer peut servir de catalyseur pour déchlorer une grande quantité de matière de base. Comme les porphyrines de fer sont largement répandues dans les matières biologiques, il semble probable que ce processus joue un rôle significatif dans les sols et sédiments anaérobies.

L'étude décrite ici avait pour but de caractériser la chloration des pesticides par réduction dans l'eau.

Méthode

Les composés soumis aux essais ont été mis en incubation avec de l'hématine en présence de dithionite de sodium comme agent réducteur. Par intervalles, on a procédé à des extractions et les extraits ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse.

Résultats et analyse

Les pesticides dont on a constaté la dégradation sont le méthoxychlore, le lindane et les insecticides à base de cyclodiène, l'aldrine, la dieldrine et l'heptachlore. Les chlorures d'aryle tels que les chlorophénols ne semblent pas réagir. La portée de cette réaction a déjà été suffisamment définie et les études ultérieures porteront sur la possibilité que certaines espèces de microorganismes provoquent des réactions de déchloration.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.M. Baxter
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4778

7. PRÉSENCE, PERSISTANCE ET DEVENIR DU TRIBUTYLÉTAIN DANS LES EAUX CANADIENNES (R.J. Maguire)

Introduction

Au Canada, le tributylétain est utilisé dans des produits formulés et des composés divers, surtout comme agent préservatif dans certaines peintures pour bateaux et bassins. Il sert aussi de préservatif général pour le bois et de myxobactéricide dans l'eau de refroidissement. Parmi les quelque 1000 produits chimiques décelés dans les Grands Lacs, il est l'un des plus toxiques pour le poisson. En raison de cette forte toxicité en milieu aquatique, le tributylétain est le plus connu des composés d'organo-étain à l'égard desquels des évaluations des risques pour la santé humaine et pour l'environnement ont été exigées en vertu de la *Loi sur les contaminants de l'environnement* en 1979.

L'étude décrite ici visait à déterminer les risques qu'engendre pour le milieu aquatique l'utilisation du pesticide antimoisissures très toxique tributylétain.

Méthode

Des méthodes de dosage du tributylétain ont été mises au point pour l'eau, les sédiments et les tissus. On a mené une étude à 300 emplacements au Canada pour déterminer sa présence dans l'eau et les sédiments et l'on a évalué sa persistance dans les milieux aquatiques après avoir réalisé diverses expériences sur les mécanismes physiques, chimiques et biologiques de sa dégradation.

Résultats et analyse

Au Canada, on a trouvé du tributylétain principalement dans les ports, marinas et canaux de navigation, ce qui traduit son utilisation comme agent préservatif. Dans l'eau, la concentration atteinte à certains endroits était assez forte pour soulever des inquiétudes quant à la toxicité ou aux effets chroniques de cette substance pour les organismes fragiles. On en a aussi décelé des concentrations de l'ordre du mg/kg dans des sédiments portuaires; cependant, les propriétés toxiques du tributylétain associé à des sédiments sont inconnues. La dégradation biologique dans l'eau et les sédiments semble être le facteur de ralentissement qui détermine la persistance du tributylétain dans les milieux aquatiques et, à partir d'expériences en laboratoire, on a estimé que sa demi-vie en eau douce et à 20 °C allait de six semaines à quelques mois. La méthylation du tributylétain et de ses produits de dégradation en milieu aquatique a été démontrée, mais elle ne semble pas constituer un mécanisme important de transformation en eau douce.

Cette étude est maintenant terminée. La Direction des produits chimiques commerciaux d'Environnement Canada en a transmis les résultats au ministère de l'Agriculture, qui demandera que les formulations de peintures préservatives contenant du tributylétain soient homologuées en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires.*

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.J. Maguire
Institut national de recherche sur les eaux
P.O. Box 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4776

8. CONCENTRATIONS ATMOSPHÉRIQUES DES PESTICIDES EN USAGE

(D.A. Lane et W.H. Schroeder (responsables scientifiques), SEA; N.D. Johnson (entrepreneur, chef de projet), Fondation de recherches de l'Ontario; W.M.J. Strachan (scientifique principal), Institut national de recherche sur les eaux)

Introduction

La réévaluation de la réglementation fédérale relative aux pesticides en usage requiert que l'on dispose de données à jour sur la présence (ou l'absence) de ces produits dans l'atmosphère et dans d'autres milieux constitutifs de l'environnement. Dans cette perspective, il importe que l'on recueille de l'information sur la teneur en pesticides de l'air ambiant ainsi que sur les fluctuations de cette teneur en fonction du temps (variations saisonnières et annuelles) et de l'espace. Ces données sur l'environnement, qu'on ne peut actuellement obtenir que grâce aux programmes de mesure sur le terrain, sont aussi essentielles aux calculs du bilan massique, ainsi qu'à l'établissement et à la validation de modèles mathématiques ou conceptuels pouvant décrire et, ultimement, prévoir le comportement et le devenir des pesticides libérés dans l'environnement. Il faut disposer, en plus des données sur les concentrations atmosphériques des pesticides homologués, de connaissances sur leur rapport phase gazeuse-phase particulaire afin de pouvoir évaluer correctement leurs risques éventuels pour la santé humaine, leur comportement, leur incidence et leur sort ultime.

L'étude décrite ici avait pour but de déterminer les concentrations dans l'air ambiant, en phase particulaire, du lindane et d'autres composés organochlorés persistants, dans le sud de l'Ontario et à un endroit isolé du centre de cette province.

Méthode

Au stade actuel d'avancement des travaux, un nouvel échantillonneur (mis au point pour le compte du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) par la Fondation de recherches de l'Ontario) a été mis à l'essai, dans diverses conditions environnementales, à plusieurs emplacements en Ontario. Lorsqu'il est utilisé de concert avec un échantillonneur d'air dichotomique classique, ce prototype peut déterminer simultanément les concentrations en phase gazeuse et en phase particulaire de plusieurs composés organochlorés persistants. Il comprend un ensemble dénudeur par diffusion (pour piéger les composantes en phase vapeur des substances cibles) intégré à un échantillonneur dichotomique (pour recueillir les pesticides associés aux particules fines et grossières dans l'atmosphère). La mise au point initiale de même que les mises à l'essai et les évaluations en laboratoire de cet appareil ont déjà été décrites[1, 2, 3].

Les composés cibles choisis pour les mesures sur le terrain effectuées au cours de l'année financière 1986-1987 étaient le lindane (gamma-hexachlorocyclohexane), l'alpha-hexachlorocyclohexane (HCH) et l'hexachlorobenzène (HCB). Ces composés organochlorés persistants se retrouvent régulièrement dans l'eau de pluie et dans les échantillons provenant d'autres milieux[4, 5], mais on a peu d'information sur leur présence dans l'atmosphère en divers endroits du Canada. Aux fins de l'étude, des mesures sur le terrain (notamment la répétition des étapes de l'échantillonnage et du dosage dans l'ensemble du protocole de cueillette de données) ont été effectuées à plusieurs endroits dans le sud de l'Ontario et à un emplacement isolé (concentrations de fond) dans le bassin hydrographique des lacs Turkey, au nord de Sault-Sainte-Marie.

Résultats et analyse

Les résultats obtenus au cours des études sur le terrain menées en 1986-1987 sont résumés au tableau 1. La première série des mesures a été prise en juillet 1986, dans le secteur ouest du lac Ontario. Des échantillonneurs d'air et des instruments de météorologie ont fonctionné simultanément sur la rive, près de Niagara-on-the-Lake, et à bord du CSS *Bayfield* (navire de recherche du Centre canadien des eaux intérieures dans les Grands Lacs), ancré à environ 5 km du rivage. Des mesures analogues, sur la rive et au large, ont été faites dans la partie est du lac Ontario, près de Picton, et l'on a recueilli un échantillon intégré à bord du navire pendant qu'il traversait le lac Ontario, entre l'emplacement de l'ouest et celui de l'est. On a procédé à d'autres mesures sur le terrain dans le sud de l'Ontario, au parc Sheridan de Mississauga (au cours de l'automne 1986 et de l'hiver 1987), ainsi qu'à Stoney Creek (près de Hamilton), à environ 800 m d'une usine de produits chimiques agricoles (au début de l'hiver).

De façon générale, les mesures prises à tous les emplacements indiquaient des concentrations de α-HCH, de γ-HCH et de HCB inférieures au nanogramme par mètre cube d'air. Ces constatations concordent avec les résultats obtenus dans le cadre d'autres études. Les concentrations de lindane (γ-HCH) étaient inférieures d'un ordre de grandeur environ aux teneurs en α-HCH ou en HCB et se situaient souvent à la limite de détection, ou tout près, de la technique de dosage retenue (chromatographie capillaire en phase gazeuse à double colonne avec détecteur à capture d'électrons). La plus grande abondance de α-HCH par rapport au lindane est peut-être attribuable à une transformation environnementale (possiblement photochimique) du lindane. Les mesures prises en automne et en hiver au même endroit montrent que les concentrations atmosphériques des trois composés cibles diminuent en fonction de la température.

D'après les résultats obtenus jusqu'à présent à l'aide de l'échantillonneur gaz-particules, il semble que les substances étudiées se retrouvent surtout dans la phase gazeuse par temps chaud. En hiver, toutefois (au parc Sheridan), une plus grande proportion de ces pesticides semi-volatils de poids moléculaire élevé semble être associée aux particules en suspension.

En ce qui a trait aux études menées autour du lac Ontario et dans le bassin hydrographique des lacs Turkey, les mesures atmosphériques ont été complétées par un dosage des composés cibles (et d'autres pesticides organochlorés) dans des échantillons d'eau de surface de lac, de matières en suspension et d'autres milieux pertinents. Ces mesures, effectuées sous la direction de W. Strachan de l'Institut national de recherche sur les eaux, à Burlington, font l'objet d'un rapport distinct.

TABLEAU 1 SOMMAIRE DES MESURES DE COMPOSÉS CIBLES

Emplacement	Série d'essais	Concentration moyenne dans l'air (ng/m^3)			Fraction moyenne associée à des particules, d'après le dénudeur (%)		
		HCB	α-HCH	γ-HCH	HCB	α-HCH	γ-HCH
À terre/ au large	À terre (ouest)	0,3	0,7	< 0,03			
	À bord (ouest)	0,2	0,4	0,06	6	14	~ 45
	À terre (est)	0,3	0,3	< 0,03	0		
Lac Ontario	À bord (est)	0,3	0,5	0,07	2	8	~ 2
	À bord (en mouvement)	0,2	0,5	0,06	0	5	~ 2
Lacs Turkey	Série 1	0,2	0,5	~ 0,04	0	10	~ 0
	Série 2	0,1	0,3	~ 0,04	5	5	~ 0
	Série 3	0,1	0,3	0,1	5	0	~ 0
Parc Sheridan (temp. mod.)	Série 1	0,2	0,4	0,1	17*	18*	~ 23*
	Série 2	0,2	0,3	0,04	4	6	~ 20
	Série 3	0,1	0,3	0,06	14	8	67
Parc Sheridan (basse temp.)	Série 1	~ 0,07	< 0,03	< 0,04	~ 100*		
	Série 2	0,08	0,1	< 0,02	~ 15	21	
	Série 3	0,1	0,1	< 0,02	~ 51	35	
Stoney Creek (près de la source)	Série 1	0,1	0,1	0,1	~ 73*	28*	10
	Série 2	0,2	0,2	0,1	32	1	0

* Une contamination a été soupçonnée pour au moins un milieu de cueillette lors de l'établissement de ces valeurs.

Références

1. Johnson, N.D., et coll. (1985). Document présenté lors de la 78e réunion annuelle de l'Air Pollution Control Association, Détroit (MI), du 16 au 21 juin (nº 85-81.1).
2. Johnson, N.D., et coll. (1985). Rapport nº P-4306/G de la Fondation de recherches de l'Ontario, Préparé pour le Service de l'environnement atmosphérique, juin.
3. Johnson, N.D., et coll. (1986). Dans *Proceedings of the Seventh World Clean Air Congress*, vol. II, H.F. Hartman (dir. publ.). Clean Air society of Australia and New Zealand, p. 127 à 134.
4. Strachan, W.M.J. et H. Huneault, (1984). *Environ. Sci. Technol.*, *18* (2): 127 à 129.
5. Tanabe, S., et coll. (1983). *Chemosphere*, *12* (2): 227 à 288.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R. Mickle
Service de l'environnement atmosphérique
Downsview (Ontario)
(416) 667-4789

9. MESURE PAR LIDAR DES PULVÉRISATIONS AÉRIENNES

(R. Hoff, F. Froude, R. Mickle, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview)

Introduction

Des études d'établissement de modèles de sensibilité ont montré qu'en matière de pulvérisation forestière, l' "altitude de libération effective" constituait le principal facteur déterminant du dépôt dans la zone visée. La longévité du vortex dépend pour une large part de la stabilité et de la turbulence ambiante. L'observation par lidar du nuage de produit pulvérisé permet d'analyser la dislocation du tourbillon et la libération subséquente, avant dispersion, du pesticide.

L'étude décrite ici visait à améliorer les connaissances sur la dislocation du tourbillon et sur la libération subséquente du produit avant sa dispersion, dans le contexte de l'application de pesticides par voie des airs.

Méthode

Un système de lidar à balayage a été mis au point pour cartographier le nuage de produit pulvérisé entre le moment où il est largué et celui où il atteint la cime des arbres ou le sol. Un laser au néodyme-YAG de 100 MJ (1,064 µm) a été monté de concert avec un télescope de Cassegrain Celestron de 35 cm (champ de vision de 2 milliradians) dans un berceau pouvant effectuer des balayages pour délimiter le nuage de pulvérisation. Une durée d'impulsion de 10 nanosecondes à une cadence de répétition de 10 Hz, avec une divergence maximale du faisceau de 1 milliradian, donne un point de dimension < 1 m à 1 km. La saisie des données se fait à l'aide d'une convertisseur analogique-numérique LeCROY de 200 MHz donnant une résolution de < 1 m sur la trajectoire du faisceau. Tout le système est contrôlé à partir d'un ordinateur de base PC-AT. Le logiciel a été conçu pour accepter un scénario de pulvérisation typique pour lequel une délimitation complète est faite jusqu'à 60 m au-dessus de la voûte, avec une résolution verticale de 2 m et une résolution horizontale de 0,75 m. Les coupes transversales du vortex au cours de sa descente ou de sa désintégration requièrent environ une seconde et peuvent être obtenues toutes les six secondes. Au cours de la dispersion, le rythme de saisie des données est ralenti pour qu'on puisse suivre le nuage pendant 2 minutes de plus, sur une distance pouvant atteindre 0,8 km. Les données sont présentées sous forme de concentrations relatives à la verticale/sous le vent au-dessus de la voûte forestière.

Résultats et analyse

La technique a été utilisée pour délimiter un nuage largué par un Agtruck équipé de quatre micronairs et par un Ayres Thrust muni d'une rampe et d'un gicleur. Les deux avions volaient avec un vent debout de 5 à 6 m/s à 30 m au-dessus d'un champ recouvert d'herbe.

Le nuage a été cartographié du largage à l'arrivée au sol. Dans un premier temps, on a observé le produit concentré enveloppé dans les vortex de sillage. Lors de la dislocation des vortex, on a analysé l'étalement latéral/vertical ainsi que le transport vertical et horizontal.

La technique doit être adaptée pour observer, au cours de l'année à venir, la pulvérisation à très faible densité au-dessus d'une voûte forestière.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R. Mickle
Service de l'environnement atmosphérique
Downsview (Ontario)
(416) 667-4789

10. MODÉLISATION DE LA DÉRIVE AÉRIENNE DES PESTICIDES (Concord Scientific Corp.)

Introduction

La pulvérisation aérienne de pesticides pour protéger forêts et cultures est une opération difficile à contrôler à cause des risques de déviation hors cible des particules de produits sous l'influence des vents et de la turbulence. Lorsqu'on fait croître la taille des gouttelettes, on en réduit la dérive, mais on fait diminuer du même coup la mortalité globale des animaux nuisibles lors du "coup de boutoir" (knock-down), surtout en milieu forestier où les gouttelettes ultra-fines sont les plus efficaces. L'établissement de modèles mathématiques de la dérive et du dépôt des pesticides pulvérisés par la voie des airs est un outil important de définition des conditions qui doivent être réunies pour maximiser les effets du coup de boutoir tout en réduisant au minimum la déviation du nuage hors de la zone cible. Pour ce faire, les modèles doivent tenir compte du comportement complexe des gouttelettes pulvérisées dans l'atmosphère; les déplacements d'air créés par l'aéronef largueur ainsi que la turbulence et les mouvements moyens dans la basse atmosphère ont à cet égard le plus d'influence. Peu de modèles tiennent compte de tous les phénomènes qui influent significativement sur la dispersion et le dépôt des pesticides pulvérisés. L'étude décrite ici a permis de déterminer les avantages et inconvénients majeurs des modèles existants. La méthode utilisée et les principales constatations de l'étude sont décrites ci-dessous.

L'étude avait pour but d'effectuer une évaluation scientifique objective des principales forces et faiblesses des actuels modèles de déviation et de dépôt des pesticides pulvérisés en forêt, et à concevoir, à mettre en oeuvre et à évaluer un modèle amélioré mettant à contribution les connaissances de pointe dans ce domaine. On visait à mettre au point un outil d'évaluation fiable apte à faire diminuer les coûts et les difficultés associés aux programmes de réévaluation de la réglementation touchant les pesticides.

Méthode

La méthode retenue pour l'évaluation des modèles comportait tant un volet théorique qu'un volet pratique. L'évaluation théorique a pris la forme d'une analyse approfondie des divers sous-modèles de trois modèles existants (FSCBG[1], AGDISP[2] et PKBW[3]), dans l'optique des lois fondamentales de la conservation et des connaissances de pointe, au moyen d'une étude de la documentation disponible.

Pour vérifier le rendement d'application des modèles, on les a soumis sur ordinateur à divers scénarios d'expérimentation. Ces scénarios correspondaient à des expériences réelles sur le terrain, tirées de plusieurs ensembles de données et dégagées suite à un dépouillement distinct de la documentation. À cette fin, les modèles FSCBG et AGDISP ont été obtenus de leurs auteurs et mis à l'essai sur micro-ordinateurs. L'équipe avait déjà à sa disposition le modèle PKBW. L'évaluation a tenu compte des résultats des essais et des avantages théoriques des sous-modèles.

Résultats et analyse

L'évaluation a révélé que le modèle AGDISP, compte tenu de ses avantages fondamentaux et de sa facilité d'application, constituait une base appropriée sur laquelle élaborer un modèle amélioré. Le modèle FSCBG a été jugé plus faible en raison de son traitement par la courbe de Gauss de la dispersion au-dessus de la voûte et de sa sursimplification des effets de sillage des aéronefs. Le modèle PKBW, qui utilise le code ARAP-VORTEX WAKE[4] traitant les effets de sillage de façon très détaillée, nécessite d'importantes sources de calcul. Cela le rend peu accessible pour les applications relatives à la réglementation, à moins que d'importants travaux ne soient faits pour établir les paramètres du sillage du vortex. Le modèle AGDISP, d'autre part, intègre déjà de tels paramètres et possède une structure solide, mais il n'est pas complété par un sous-modèle de dépôt sur le feuillage dans la voûte, point fort du modèle PKBW. Ainsi, pour l'établissement du modèle amélioré, on a décidé d'adapter la formule de dépôt sur le feuillage du modèle PKBW à la structure du modèle AGDISP.

Les ensembles de données sur le terrain ayant été jugés les plus appropriés à l'évaluation des modèles, surtout parce qu'ils sont complets, sont ceux qui concernent les arrosages de vergers à Withlacoochee (Floride), en février 1980[5], les essais de pulvérisation à Dunphy (Nouveau-Brunswick), en 1984 et 1986[6] et les arrosages de terres agricoles effectués à Mill Cove (Î.-P.-É.), à l'été 1986[6].

Les comparaisons entre les résultats produits par les modèles et les données relevées sur le terrain ont indiqué que le modèle FSCBG pouvait prédire des oscillations excessives dans les profils de dépôt sous le vent, au sommet de la voûte, et qu'il pouvait ne pas prévoir l'importance des dépôts au sol, à l'intérieur de la voûte. Comme on pouvait s'y attendre, le modèle AGDISP accorde trop d'importance aux dépôts au sol parce qu'il ne comporte pas de module visant le dépôt sur le feuillage.

Les exigences relatives à l'alimentation des modèles font ressortir la nécessité de mesurer des variables précises au cours des essais sur le terrain, notamment l'altitude et le type de l'aéronef, le spectre et la formulation des pesticides, ainsi que des facteurs météorologiques comme le profil des vents jusqu'à deux fois l'altitude de l'aéronef, la turbulence à la même altitude que l'aéronef, l'humidité, la température et les profils des vents à l'intérieur de la voûte. Certaines lacunes dans les données relevées sur le terrain méritent l'attention des responsables de la collecte: il faudrait normaliser le mode de caractérisation de la voûte et accroître la précision des mesures finales portant sur le devenir du produit. Il est en outre essentiel d'établir des marges d'erreur pour toutes les mesures, pour les fins de l'évaluation des modèles.

Références

1. Dumbald, R.K., J.R. Bjorklund et S.F. Saterlie (1980). *Computer Models for Predicting Aircraft Spray Dispersion and Deposition Above and Within Forest Canopies: User's Manual for the FSCBG Computer Program.* Préparé pour l'USDA Forest Service par H.E. Cramer Company, Inc., rapport nº 80-11.
2. Bilanin, A.J. et M.E. Teske (1984). *Numerical Studies of the Deposition of Material Released from Fixed and Rotary Wing Aircraft.* Rapport d'entrepreneur de la NASA 33779, mars.
3. Basak, N. (1985). *Lagrangian Simulation of Forest Pesticide Spray Dispersion and Deposition.* Thèse de M.Sc. (Ing.), Dép. de génie chimique, Université du Nouveau-Brunswick, Fredericton (N.-B.).
4. Bilanin, A.J., M.E. Teske et J.E. Hirsh (1978). "Neutral Atmospheric Effects on the Dissipation of Aircraft Vortex Wakes". *A.I.A.A. J., 16* (9): 956 à 961.
5. Rafferty, J.E., R.K. Dumbald, H.W. Flake, J.W. Barry et J. Wong (1982). *Comparison of Modelled and Measured Deposition for the Withlacoochee Spray Trials.* USDA Forest Service, rapport nº FPM 83-1, décembre.
6. Riley, C.M. (1986). *Estimating Drift of Off Target Aerial Deltamethrin Sprays.* Rapport nº C/86/102 pour le Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R. Mickle
Service de l'environnement atmosphérique
Downsview (Ontario)
(416) 667-4789

11. CHARGE ATMOSPHÉRIQUE: TRANSPORT ATMOSPHÉRIQUE ET DÉPÔT DU TOXAPHÈNE DANS L'ÉCOSYSTÈME DES GRANDS LACS (E.C. Voldner, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview)

Introduction

Les données disponibles indiquent que certains produits chimiques toxiques sont transportés dans l'atmosphère vers des régions éloignées de leurs lieux d'utilisation. Par exemple, le toxaphène, utilisé principalement dans le sud des États-Unis, a été décelé dans l'air et les précipitations au-dessus de l'Atlantique Nord et dans le bassin des Grands Lacs. On en a trouvé dans des échantillons de poissons et d'eau des Grands Lacs. On en a trouvé dans des échantillons de poissons et d'eau des Grands Lacs, ainsi que dans des tourbières dans tout l'est du Canada.

À l'heure actuelle, il est difficile de quantifier l'apport atmosphérique de produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs. Les estimations antérieures sont en général basées sur quelques mesures des concentrations dans l'air et les précipitations, relevées dans le bassin ou en quelque endroit isolé, puis extrapolées en fonction du temps et de l'espace.

En collaboration avec le Laboratoire national d'Argonne, le Service de l'environnement atmosphérique a mis au point un modèle de transport à grande distance, capable de simuler le déplacement, la dispersion et le dépôt de certains pesticides. À partir de ce modèle, on a pu déterminer les retombées de toxaphène dans les Grands Lacs et leurs bassins et expliquer la présence de ce produit dans l'Atlantique Nord. Le transport a été simulé pour deux périodes (1976 et 1980) présentant des caractéristiques d'utilisation très différentes. Les concentrations prédites dans l'air et dans les précipitations se comparent avantageusement aux teneurs mesurées.

Il a été montré que plusieurs produits chimiques toxiques d'intérêt prioritaire aboutissaient dans les Grands Lacs par voie atmosphérique. Toutefois, la charge atmosphérique, son importance en regard des autres apports et ses sources principales demeurent inconnues. Il est par conséquent difficile de mettre en place des politiques et stratégies de lutte efficaces. Dans le cadre du projet en cours décrit ici, on étudiera des produits chimiques toxiques (d'intérêt prioritaire et émergents) pour déterminer l'importance de leur migration dans l'atmosphère, de leur transformation et de leur dépôt dans l'écosystème des Grands Lacs de même que les sources potentielles de leur émission.

Méthode

Pour simuler mathématiquement l'apport atmosphérique de toxaphène dans les Grands Lacs et leurs bassins, il faut déterminer le cheminement des pesticides dans l'atmosphère depuis leurs sources jusqu'à leurs points de retombée. Il faut pour cela quantifier les émissions et reproduire les processus de transport, de dispersion, de transformation et de disparition.

Le modèle s'inspire de Lagrange et suppose des processus de transformation physique ou chimique linéaires. Les paramètres de la dispersion horizontale sont établis à partir de la distribution des ensembles de trajectoire; la dispersion verticale et les dépôts secs sont calculés en fonction de la couche d'émissions et du temps écoulé depuis le dégagement, dans une intégration verticale à une dimension. Les dépôts humides sont fonction de l'intensité des précipitations et de leurs quantités. Les caractéristiques de diffusion turbulente, les vitesses des retombées sèches et les taux de transformation chimique varient d'une journée et d'une saison à l'autre et les courbes des vents et des précipitations en Amérique du Nord, données météorologiques essentielles, sont fournies à des intervalles de 6 heures.

Puisque l'application du modèle nécessite des informations sur les quantités libérées, la date et le lieu d'émission, on a compilé un inventaire par quadrillage de l'utilisation et du devenir du toxaphène. Cet inventaire se fonde sur des informations relatives aux modes d'utilisation, aux méthodes et aux périodes d'application, sur des prévisions fournies par les modèles de pulvérisation, sur des études expérimentales de la volatilisation et sur des données relatives au temps de séjour et au devenir dans le sol. On suppose que 50 p. 100 du toxaphène appliqué est émis au cours des mois d'été et 10 p. 100, au début du printemps.

Résultats préliminaires et analyse

L'analyse des trajectoires illustre clairement le risque d'exposition de l'écosystème des Grands Lacs aux polluants du sud des États-Unis. D'après les estimations des émissions de toxaphène, le modèle a permis de supposer qu'en 1980 et 1976, 60 p. 100 environ du toxaphène libéré s'est déposé en Amérique du Nord. Le reste a quitté le continent, surtout par la côte est. Les mesures effectuées par d'autres chercheurs confirment la migration vers l'Atlantique Nord.

En 1980, les retombées totales dans les Grands Lacs étaient de l'ordre de 4 à 20 kt. Les dépôts humides représentaient de 70 à 80 p. 100 de cette valeur. C'est le lac Michigan qui en a reçu la plus grande part. Les retombées dans les lacs Supérieur et Érié étaient à peu près équivalentes, mais moindres que dans le lac Michigan. Bien que de superficie restreinte, le lac Érié a reçu des quantités relativement élevées. Dans le cas du lac Supérieur, c'est l'inverse qui s'est produit.

Au-dessus des lacs, les concentrations moyennes dans l'air étaient en général inférieures à 1 ng/m^3 en début de printemps et s'établissaient à 1 ou 2 ng/m^3 en été. Ces valeurs sont comparables aux quelques mesures trouvées dans la documentation.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R. Mickle
Service de l'environnement atmosphérique
Downsview (Ontario)
(416) 667-4789

12. CHARGE ATMOSPHÉRIQUE: INVENTAIRES DES ÉMISSIONS DE PRODUITS CHIMIQUES TOXIQUES

(E.C. Voldner, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview)

Introduction

La présence de produits chimiques toxiques dans l'écosystème des Grands Lacs est l'un des principaux domaines d'application de l'Accord canado-américain sur la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Les données disponibles sur divers polluants toxiques, tant organiques qu'inorganiques, indiquent que le transport atmosphérique est une voie d'entrée importante, et peut-être principale, de ces produits dans l'écosystème des Grands Lacs.

Il est donc important:

1. d'évaluer le taux annuel de dépôt de certains éléments nutritifs, métaux à l'état de traces et composés organiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs bassins;

2. d'observer les tendances temporelles de ces dépôts;

3. de fournir des informations sur la présence ou l'absence de composés organiques toxiques et de métaux traces dans l'air ambiant et les précipitations (et donc dans les dépôts) dans les bassins des Grands Lacs et de constituer ainsi un système de pré-alerte permettant de cerner les problèmes qui se font jour dans l'écosystème des lacs.

La réalisation de ces objectifs représente une tâche énorme et très coûteuse qui nécessitera des efforts intégrés en matière de surveillance, de modélisation et de recherche. Il est essentiel de disposer d'informations sur l'emplacement des sources et les quantités émises. Les estimations des dégagements fournissent des indications sur l'importance de la charge atmosphérique par rapport à d'autres sources (tels les déversements directs dans les lacs par l'industrie), permettent de déterminer quels composés mesurer dans l'atmosphère (problèmes émergents) et quelles sources ou catégories de sources enrayer, et aident à interpréter les tendances de l'assimilation par le biote et de la contamination des sédiments. Ces estimations sont nécessaires pour alimenter les modèles de quantification des retombées, dégager les tendances (passées et futures) et comprendre les relations entre source et récepteur. Les analyses de tendances sont importantes pour comprendre et prédire le temps de réaction des écosystèmes des lacs à la fluctuation des charges de polluants.

Les polluants, d'origine humaine aussi bien que naturelle, sont libérés dans l'atmosphère sous la forme d'émissions primaires et secondaires. Les premières englobent les dégagements directs des cheminées d'usines, incinérateurs, cheminées résidentielles, incendies de forêt, etc. Dans le cas des pesticides, elles comprennent les dégagements dans l'atmosphère lors de l'application directe des produits, ainsi que la volatilisation de ceux-ci à partir des récoltes et du sol relativement peu de temps après l'application. Les émissions secondaires sont causées par le recyclage des matières qui sont remises en suspension ou se volatilisent après s'être déposées. Des réactions chimiques ou photochimiques peuvent aussi engendrer des polluants.

Une fois dégagés dans l'atmosphère, les polluants sont exposés aux mécanismes suivants: transport, dispersion, transformations physiques ou chimiques et balayage, par le biais des processus de dépôt humide et sec. La distance qui sépare la source d'émission et le point de chute est fonction de paramètres tels que l'altitude de dégagement, les conditions météorologiques et les propriétés des polluants. Nombre des contaminants qui menacent l'écosystème des Grands Lacs sont persistants, ne sont que lentement lessivés de l'atmosphère et peuvent franchir de longues distances. Par conséquent, les informations sur les émissions de produits chimiques, non seulement dans le bassin des Grands Lacs, mais en Amérique du Nord et même dans l'ensemble de l'hémisphère nord peuvent avoir leur importance.

Méthode

Des informations sur les émissions de polluants ont été obtenues de divers organismes, de publications et de rapports.

Résultats préliminaires et analyse

Le tableau 1 présente les informations que le Service de l'environnement atmosphérique (SEA) détenait en novembre 1986. La remise d'un rapport provisoire, comprenant des informations à jour sur les émissions, était prévue pour le 30 avril 1987. Il convient de noter que dans la plupart des études antérieures, les émissions avaient été estimées sous forme de données d'ensemble (par province ou secteur). Lorsque des renseignements tels que des données d'essais relatives à des sources étaient disponibles, on a procédé à des estimations en les combinant aux données sectorielles plus générales. Comme telles, les estimations nationales et provinciales des émissions ne peuvent entretenir à elles seules les activités de modélisation, qui nécessitent des données recueillies par quadrillage ou propres à des sources précises. Dans le domaine des pesticides, les estimations des émissions sont à toutes fins utiles inexistantes. Les informations sur l'utilisation de ces produits sont en outre difficiles à obtenir. Au Canada, les renseignements détaillés de cet ordre sont couverts par le secret.

TABLEAU I SOMMAIRE DE L'INFORMATION OBTENUE SUR LES ÉMISSIONS

	Pb	Cd	Hg	As	HPA	BPC	PCDD PCDF	Pesticides
Globales	X*							
Total É.-U.	X	X	X	X	X			
Secteur	X	X	X	X	X			
État	X	X	X					
Résolution élevée	X							
Passées	X							
Projetées	X							
Qualité	B**	P***	P	P	P			
Total Canada	X	X	X	X	X		X	
Secteur	X	X	X	X	X		X	
Province	X	X	X	X				
Résolution élevée	X	X						
Passées	X							
Projetées	X							
Qualité	B	B	B	P	P		P	
Consommation/ Prod./Ventes								
É.-U.						X		X
Canada						X		X
Stockage								X

*X = Données disponibles.
**B = Bonne qualité.
***P = Piètre qualité.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R. Mickle
Service de l'environnement atmosphérique
Downsview (Ontario)
(416) 667-4789

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU QUÉBEC

1. PESTICIDES DOMESTIQUES

Introduction

Le Département de santé communautaire (D.S.C.) de l'Hôpital général du Lakeshore présentait le 14 mai 1987 par voie de conférence de presse un rapport intitulé *Utilisation des pesticides en milieu résidentiel dans le territoire de D.S.C. du Lakeshore*. Environnement Canada a collaboré à la réalisation et à certains aspects de la conception et rédaction de l'étude.

Résultats et analyse

L'étude a permis de préciser, pour le territoire desservi par le D.S.C., les types de points de vente de pesticides, le genre de services offerts au public ainsi que les principaux produits. De plus, une enquête auprès de 277 ménages a permis d'identifier les activités reliées à l'entretien du terrain, les comportements et les connaissances à l'égard des pesticides et les caractéristiques des pesticides entreposés chez les citoyens:

1. l'utilisation des pesticides en milieu résidentiel est très répandue pour le territoire couvert (huit ménages sur dix);
2. de nombreux produits périmés se retrouvent chez les résidents;
3. il est difficile pour le citoyen d'obtenir une information complète et adéquate.

Recommandations contenues dans le rapport:

1. informer les citoyens des retraits de produits ou d'homologation en raison des risques à la santé ou l'environnement;
2. procéder à une campagne d'information sur:
   . les risques;
   . les utilisations plus rationnelles;
   . des choix plus judicieux;
3. aider et encourager la population à éliminer les pesticides périmés ou inutiles;
4. former les vendeurs.

Actions ultérieures:

1. *Par le D.S.C. Lakeshore.* - Cueillette de pesticides et acheminement à des compagnies spécialisées (en Ontario), durant le printemps 1987.
2. *Par d'autres D.S.C.* - Réalisation d'études similaires dans d'autres milieux afin de valider les conclusions obtenues pour des milieux économiques et sociaux différents. Le D.S.C. Lanaudière, par exemple, a approché le Ministère à cet effet.

Recommandations de suivi:

1. Assister (sans prendre part) à la conférence de presse du 14 mai organisée par le D.S.C. Lakeshore.
2. Continuer à offrir la collaboration du Ministère (dans la mesure de ses moyens) à d'autres D.S.C. pour établir un meilleur portrait des pesticides domestiques.
3. Selon les données de base recueillies, développer un plan de communication et d'information relatif aux pesticides domestiques.

Nota: Il est à noter que le MENVIQ n'accorde pas pour le moment une haute priorité à l'usage domestique des pesticides; toute l'énergie est présentement focalisée sur les pesticides agricoles et commerciaux.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

A. Lamarche
Conservation et Protection
Protection de l'environnement
1179, rue de Bleury, 2e étage
Montréal (Québec) H3B 3H9
(514) 283-0195

2. CARBOFURAN ET QUALITÉ DE L'EAU (Dennis Trotter, Monenco Consultants Ltd., Calgary (Alberta))

Introduction

Au Canada, les ministères provinciaux et fédéraux ainsi que leurs homologues des territoires se fondent sur les recommandations visant la qualité de l'eau pour évaluer les problèmes qui se posent dans ce domaine et établir des objectifs propres à divers emplacements. Ces recommandations ont pour objet de fournir des informations scientifiques de base sur les liens entre les paramètres de la qualité de l'eau et divers modes d'utilisation, et d'assurer une protection adéquate aux sources d'eau publiques, aux approvisionnements en eau pour l'agriculture, à la vie aquatique, à la faune, à l'esthétique des plans d'eau et aux loisirs qui y sont pratiqués, ainsi qu'aux eaux destinées à des usages industriels (Conseil canadien des ministres des Ressources et de l'Environnement, 1987).

Le projet décrit ici visait à passer en revue l'information technique et scientifique existante sur l'insecticide carbofuran, dans le but d'en observer les effets sur les paramètres de la qualité de l'eau. Plus précisément, l'objectif consistait à établir des recommandations sur la qualité de l'eau pour les modes d'utilisation indiqués.

Méthode

On a entrepris un dépouillement exhaustif de la documentation portant sur l'utilisation du carbofuran, ses propriétés chimiques et physiques, ses concentrations dans l'eau, les sédiments et le biote, son devenir dans l'environnement, sa persistance dans le sol, l'eau et les sédiments et ses propriétés toxiques.

Résultats et analyse

La solubilité relativement forte du carbofuran, de même que la capacité relativement faible des sols et des sédiments de l'absorber, font que les eaux naturelles de surface peuvent accumuler des concentrations excessives de cet insecticide lorsqu'il s'échappe des secteurs traités ou s'introduit accidentellement dans les milieux aquatiques. Quand il atteint ces milieux, sa persistance est en relation directe avec le pH de l'eau. Le carbofuran est stable en milieu acide, mais tend à stimuler l'hydrolyse chimique à mesure que l'eau devient plus alcaline.

La population microbienne dans l'eau, les sédiments et les sols inondés joue aussi un rôle prépondérant dans la réduction de la persistance du carbofuran. On a isolé plusieurs espèces de micro-organismes capables de dégrader ce composé en laboratoire. De même, plusieurs études sur le terrain (menées principalement au Canada et aux États-Unis) ont montré que la dégradation microbienne du carbofuran était stimulée et accélérée dans les sols déjà traités au carbofuran ou d'amendements bactériens et organiques. La photodécomposition n'est pas un mécanisme important de dégradation de cet insecticide dans le sol ni dans l'eau.

Habituellement, les objectifs ou recommandations visant la protection de la vie aquatique contre les effets néfastes des insecticides en général prescrivent l'utilisation d'un facteur d'application (0,01 ou 0,05, par exemple) qu'il faut multiplier par des valeurs précises de TL_{50} après 48 ou 96 heures pour des espèces aquatiques sensibles. Compte tenu des données disponibles sur la toxicité et des facteurs d'application proposés, les critères pour le carbofuran en eau douce pourraient aller de 0,335 à 4,4 µg/l. Une concentration maximale admissible de cet insecticide se situant entre 15 et 23 µg/l a été établie pour une espèce de poissons d'eau douce de l'Amérique du Nord, le méné à tête-de-mouton (*Cyprinodon variegatus*).

On n'a pas trouvé d'informations portant précisément sur la teneur en carbofuran de l'eau destinée a l'irrigation ou à l'abreuvement du bétail. L'Ontario a fixé une limite de 0,1 mg/l pour la catégorie générale des carbamates et des organophosphorés dans l'eau destinée au bétail.

En ce moment, il n'existe pas, pour le carbofuran, de recommandation canadienne sur la qualité de l'eau potable. Aux États-Unis, l'Office of Drinking Water de l'Environmental Protection Agency a recommandé récemment une valeur de 0,036 mg/l pour ce produit.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

M. Wong
Direction de la qualité des eaux
Environnement Canada
351, boul. Saint-Joseph
Hull (Québec) K1A 0H3
(819) 953-3197

3. VARIATIONS ENTRE LES ESPÈCES DES RÉACTIONS AUX INHIBITEURS DE CHOLINESTÉRASE ET RQSA (A. Baril, Ottawa (Ontario))

Introduction

Les réactions toxiques différentes que manifestent diverses espèces, souvent apparentées, rendent très difficile l'évaluation des risques, puisqu'on peut s'attendre à ce que de nombreuses espèces différentes soient exposées lors de l'application d'un pesticide donné.

L'une des préoccupations les plus pressantes (et qui va s'amplifiant du Service canadien de la faune a trait à l'effet toxique aigu sur la faune des insecticides de type organophosphates et carbamate (deux classes de produits qui inhibent les cholinestérases).

On a donc fait réaliser à contrat une étude documentaire sur les variations inter-espèces des réactions à ces deux catégories d'insecticides, dans le but, en particulier, de déterminer si les caractéristiques moléculaires mêmes des pesticides (RQSA, ou rapport quantitatif structure-activité) pouvaient aider à faire la lumière sur ces différences de comportement.

Méthode

Un dépouillement exhaustif de la documentation portant sur la toxicologie chez les oiseaux et les mammifères, sur les inhibiteurs de cholinestérase et sur les indicateurs du RQSA a été entrepris.

Résultats et analyse

Le rapport consécutif à l'étude tentait de répondre aux questions suivantes:

1. Quels efforts ont déjà été faits pour comparer les limites de toxicité létale (TL_{50} ou DL_{50} orale, dermique et par inhalation) et sublétale des organophosphates et des carbamates chez différentes espèces de vertébrés?
2. Quelles sont les sources des variations entres les espèces?
3. Les rapports structure-activité permettent-ils de prédire la toxicité aiguë chez les vertébrés?

Une base de données a été constituée pour compiler les renseignements toxicologiques et physico-chimiques fournis par les entreprises, en vue de leur analyse ultérieure par le groupe d'évaluation.

Le rapport définissait certaines méthodes permettant de faire des comparaisons entre les espèces. Malheureusement, la plupart nécessitaient l'obtention de données de base telles que divers paramètres physiologiques des espèces à l'étude.

De même, bien que les rapports structure-activité aient été utiles pour élucider le potentiel d'inhibition des cholinestérases par des séries homologues de molécules, on ne dispose pas à l'heure actuelle de moyens suffisants pour prévoir avec succès l'activité de produits chimiques choisis par hasard.

Enfin, on n'a pu établir de lien formel entre les caractéristiques d'espèces (oiseaux ou mammifères) et les rapports structure-activité des organophosphates ni des carbamates.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: P. Mineau
Service canadien de la faune
Centre national de recherche sur la faune
Hull (Québec)
(819) 997-3045

4. MÉTHODE SENSIBLE DE MICRO-ANALYSE DE L'AChE ET SON APPLICATION POUR QUANTIFIER L'EXPOSITION DE LA FAUNE AUX PESTICIDES NON PERSISTANTS (D.B. Peakall, S. Kennedy et S. Trudeau, Service canadien de la faune)

Introduction

L'inhibition de l'acétylcholinestérase (AChE) est le mécanisme courant qui permet d'évaluer l'exposition aux pesticides de type organophosphate et carbamate. Il faudrait cependant rendre la technique plus sensible et reproductible, ainsi qu'améliorer et normaliser les méthodes de prélèvement d'échantillons pour analyse sur le terrain. En plus des travaux portant sur l'amélioration des méthodes, on a effectué plusieurs études sur le terrain et en laboraboire.

Méthode

La méthode de base utilisée était une technique d'Ellman modifiée. Elle a été appliquée avec succès au cerveau et au plasma et pouvait être adaptée pour être utilisée avec un auto-analyseur. L'automatisation est à peu près terminée, bien qu'il faille encore procéder à une validation finale. Une fois au point, l'automatisation pourrait permettre de faire environ 120 analyses de plasma par jour. La méthode Augustinsson a été mise à l'essai, mais il a été impossible de la modifier efficacement pour l'analyse du sang d'oiseau. Enfin, une technique de réactivation chimique, faisant appel au 2-PAM et servant à distinguer les inhibitions attribuables aux organophosphates de celles causées par les carbamates, a été mise au point en vue de son exploitation.

Résultats et analyse

a) *Prélèvement et conservation d'échantillons de plasma.* - On a constaté que les échantillons de plasma pouvaient être dégelés, analysés, gelés et dégelés de nouveau sans perdre leurs propriétés, à condition qu'on les conserve sur la glace pendant les manipulations.

Les tubes capillaires héparinisés constituent une méthode de choix pour prélever du sang de la veine de l'aile. Le plasma était clair après centrifugation et pouvait être gelé dans le capillaire. Les contenants sous vide, même s'ils donnaient des volumes plus importants, se prêtaient moins à la reproduction car le plasma était parfois trouble, ce qui nuit à l'analyse de l'AChE; l'écrasement des veines a aussi causé des problèmes.

La technique de ponction directe du coeur a donné de bons résultats et a été retenue lorsque l'oiseau devait être sacrifié pour évaluation de la teneur en AChE du cerveau.

b) *Préparation et conservation d'homogénats de cerveau.* - Une méthode d'homogénéisation normalisée a été mise au point. On a fait les comparaisons suivantes:

1. Homogénats frais et gelés;
2. Homogénats centrifugés et non centrifugés;
3. Homogénats préparés avec un détergent et ceux préparés avec une substance tampon.

On a obtenu les résultats suivants:

1. On a constaté que les homogénats gelés donnaient des résultats contradictoires. S'il faut recourir au gel, cette opération doit précéder l'homogénéisation.
2. Les homogénats centrifuges et non centrifuges ne présentaient pas de différences.
3. Il en allait de même pour les homogénats préparés avec la substance tampon et ceux préparés avec le détergent.

c) *Technique du papier filtre.* - Cette technique a été évaluée en vue de son utilisation sur le terrain. Du sang provenant d'un groupe de cailles exposées et d'un groupe de cailles témoins a été appliqué sur deux papiers filtres différents (Millipore et Whatman). Le sang était mieux absorbé et séchait plus vite sur les disques Millipore. Cependant, les deux types de papiers ont donné lieu à des problèmes lors de l'extraction. Les solutions obtenues, à partir d'eau aussi bien que de Triton X-100, ne pouvaient être analysées à cause de la formation d'une gelée. D'autres études s'imposent à cet égard.

d) *Études sur le terrain*

1. Le degré d'inhibition des cholinestérases du plasma a été évalué à partir du plasma de 44 spécimens de chouette des terriers. Vingt-deux échantillons ont servi de référence, neuf provenaient d'oiseaux analysés une journée après l'exposition au Sevin, dix avaient été prélevés quatre jours après l'exposition au Furadan et au Sevin, deux autres, quatre jours, après l'exposition au Turadan et deux, après l'exposition au Lorsban. Aucune différence dans l'activité cholinestérasique n'a été notée chez les chouettes exposées a des pulvérisations à moins de 400 m du terrier servant de nid.

2. L'activité cholinestérasique du plasma a été évaluée chez 35 mainates de Brewer témoins et chez 26 autres exposés au carbofuran. Aucune différence n'a été relevée entre les deux groupes.

3. On a mesuré l'activité cholinestérasique dans le cerveau de deux faucons pèlerins. Aucune donnée de contrôle n'était disponible pour cette étude, mais les concentrations de ChE étaient à peu près les mêmes que dans les échantillons témoins d'autres espèces.

4. On a comparé l'activité cholinestérasique dans le cerveau de cinq oies trouvées mortes et dans celui de deux oiseaux témoins. Chez les premières, les concentrations représentaient environ le tiers de celles des oiseaux témoins. La réactivation à l'aide de 2-PAM a ramené ces valeurs à des niveaux normaux, ce qui porte à conclure que l'inhibition a été causée par un organophosphate. Du diazinon avait été répandu sur le gazon où les oies mortes ont été découvertes.

Méthodes automatisées: Les méthodes de dosage des cholinestérases dans le plasma et le cerveau et les techniques de réactivation ont été mises en place. On a constaté que les homogénats de plasma pouvaient être dégelés et regelés sans problème. On ne peut cependant pas geler les homogénats de cerveau sans inconvénient. La technique des papiers filtres destinée à conserver le sang d'oiseau présente des difficultés considérables et il faudra la raffiner avant de pouvoir l'appliquer aux échantillons sur le terrain. On a déterminé le degré d'inhibition de l'AChE pour un certain nombre d'études sur le terrain.

e) *Rapports disponibles*

Trudeau, S. (1987). ***Plasma Cholinesterase Activity Determination. 1986 Burrowing Owls.*** Rapport interne du CNRF, avril.

Trudeau, S. (1987). ***Plasma Cholinesterase Activity Determination. 1986 Brewers Blackbird Study.*** Rapport interne du CNRF, avril.

Trudeau, S. (1987). ***Brain Cholinesterase Activity Determination. Peregrine Falcons 34751, 35988.*** Rapport interne du CNRF, avril.

Trudeau, S. (1987). ***ChE Activity Determination. Goose Brains.*** Rapport interne du CNRF, mars.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: S. Kennedy
Service canadien de la faune
Centre national de recherche sur la faune
Hull (Québec)

Diazinon
Chlorpyrifos
Fénitrothion

5. EFFETS PORPHYRIQUES SUBLÉTAUX DES PESTICIDES SUR LES OISEAUX (David B. Peakall et S. Kennedy, Centre national de recherche sur la faune, Service canadien de la faune)

Introduction

L'étude décrite ici avait pour objectifs: de déterminer la valeur de la concentration de porphyrine dans le foie en tant qu'indicateur de la toxicité sublétale des organophosphates chez les oiseaux; et de comparer les résultats obtenus par l'exposition d'oiseaux sains à ceux obtenus à partir d'une culture de cellules du foie d'un embryon de poulet afin d'évaluer cette méthode *in vitro*. La validation de cette dernière technique pourrait permettre une réduction considérable du nombre d'animaux nécessaire à l'analyse des pesticides.

Méthode

On a administré pendant six semaines à des cailles japonaises (*Coturnix coturnix japonica*) des doses de trois insecticides du groupe des organophosphates (diazinon à 10, 25, 50 et 100 ppm; chlorpyrifos à 4, 10, 20 et 40 ppm; fénitrothion à 75, 100, 150 et 250 ppm). Des cailles ont aussi reçu des doses d'hexachlorobenzène à 5 et 50 ppm, comme contrôle positif. On a évalué les concentrations de porphyrine dans le foie par chromatographie liquide à haute pression (Kennedy et coll., 1986) et mesuré l'activité cholinestérasique dans le cerveau et le plasma.

Résultats et analyse

On a décelé une inhibition de l'activité cholinestérasique chez les sujets traités au diazinon et, parmi le groupe ayant reçu les plus fortes doses, certains sont morts. Cependant, on a observé un manque de corrélation entre la dose de diazinon et le degré d'inhibition des cholinestérases, ainsi qu'entre le degré d'inhibition des cholinestérases dans le cerveau et dans le plasma. Les concentrations de porphyrine dans le foie n'ont pas été influencées par le diazinon.

Le chlorpyrifos a causé une inhibition, proportionnelle à la dose, des cholinestérases dans le plasma pour la plupart des doses appliquées, mais n'a pas entraîné de diminution des cholinestérases dans le cerveau. La plus forte dose de fénitrothion administrée (250 ppm) a causé une léthargie marquée et certains décès. Les sujets en ayant reçu 150 ppm présentaient des signes de léthargie; les autres groupes semblaient normaux. Les cholinestérases du plasma et du cerveau ont été inhibées, mais il n'y avait pas de corrélation entre les deux mesures ni de réaction marquée au dosage. Ni le chlorpyrifos ni le fénitrothion n'ont causé de porphyrie, bien que ce dernier composé ait entraîné une légère hausse des concentrations de coproporphyrine.

L'hexachlorobenzène a provoqué une réaction porphyrique marquée. Pour les deux concentrations, la teneur en coproporphyrine était nettement élevée et celle en protoporphyrine l'était légèrement. Les porphyrines hautement carboxylatées ont augmenté moyennement à faible dose et davantage à forte dose. L'hexachlorobenzène a stimulé l'activité cholinestérasique dans le plasma. Cet effet n'était pas proportionnel à la dose et les cholinestérases du cerveau n'ont pas été touchées.

On a procédé à des expériences de cultures cellulaires à partir des foies d'embryons de poulet de 17 jours, afin de comparer les résultats avec ceux des études *in vivo* et déterminer la validité de la technique *in vitro*. On s'est servi du biphényle polychloré Aroclor 1254 comme contrôle positif. On a observé que le chlorpyrifos était fortement porphyrogène et produisait des concentrations de porphyrine de façon analogue à l'Aroclor 1254. Le fénitrothion était lui aussi porphyrogène, mais le type de réactions était différent: c'est la coproporphyrine, et non les porphyrines hautement carboxylatées, qui augmentait le plus. Dans le cas du diazinon, aucun résultat relatif aux cultures cellulaires n'est disponible.

La sensibilité des cholinestérases du plasma aux organophosphates et le manque de corrélation entre cette réaction et l'activité cholinestérasique du cerveau soulèvent des inquiétudes. En outre, il n'y a pas non plus de corrélation entre l'inhibition des cholinestérases et d'autres paramètres comme les changements de comportement. Ces différences ont leur importance car on se fonde souvent sur cette inhibition pour contrôler l'exposition aux organophosphates. Les réactions porphyrogènes étaient nettement différentes *in vitro* et *in vivo*.

Un rapport final sur le contrat KN107-6-4122 a été soumis par ANATOX et est disponible. Il faudra procéder à d'autres études pour expliquer le manque de réactions au dosage de l'inhibition des cholinestérases, ainsi que les différences entre les résultats *in vivo* et *in vitro*.

Références

Kennedy, S. et coll. (1986). *Anal. Biochem.*, 157: 1 à 7.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: S. Kennedy
Centre national de recherche sur la faune
Service canadien de la faune
Hull (Québec)

6. UTILISATION DES PESTICIDES EN AMÉRIQUE LATINE (D.B. Peakall, Centre national de recherche sur la faune, Service canadien de la faune)

Introduction

L'étude décrite ici visait à dégager une vue d'ensemble de la situation actuelle en Amérique latine dans le domaine des pesticides, et notamment à établir des projections sur les tendances futures de l'utilisation de ces produits. Comme de nombreuses espèces d'oiseaux migrent du Canada vers l'Amérique latine en hiver, les contacts avec les pesticides qu'ont, au sud, les populations qui se reproduisent au Canada représentent une proportion importante de leur exposition totale à ces substances.

Les objectifs particuliers de l'étude étaient les suivants:

1. compiler, pour chaque pays, les données sur l'importation et la production des divers pesticides en Amérique latine;
2. observer les tendances de l'utilisation des pesticides dans ces pays;
3. dresser des cartes sur l'utilisation générale des terres, en mettant l'accent sur les utilisations agricoles et forestières.

Méthode

Les travaux ont été confiés à contrat à M. Philogene, de l'Université d'Ottawa, qui a dépouillé la documentation et communiqué avec des organismes nationaux et internationaux oeuvrant dans le secteur des pesticides. Au total, 58 documents ont été obtenus et utilisés pour la compilation du rapport final.

Résultats et analyse

En Amérique latine, on utilise une grande variété d'insecticides, d'herbicides et de fongicides. Plus de 90 p. 100 des pesticides sont employés en Argentine, au Brésil, en Colombie et au Mexique; parmi ces produits, nombreux sont ceux qui sont interdits dans les pays exportateurs. De façon générale, cependant, on tend à délaisser l'usage des insecticides organochlorés et certains pays en ont interdit quelques-uns. On ne prévoit guère d'augmentation de l'utilisation des pesticides durant la prochaine décennie, mais l'abandon des organochlorés fera grimper considérablement les dépenses. Les herbicides devraient se répandre beaucoup plus au cours des dix prochaines années, mais l'utilisation des fongicides ne devrait connaître qu'une légère augmentation.

Le rapport donne une vue d'ensemble utile, mais générale sur les courants actuels et les tendances futures probables de l'utilisation des pesticides en Amérique latine. Le projet est terminé; le rapport final est disponible.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: D.B. Peakall
Centre national de recherche sur la faune
Service canadien de la faune
Hull (Québec)

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE

(Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve)

Fénitrothion
2,4-D
Aminocarbe

1. INFLUENCE DU pH SUR LA LÉTALITÉ AIGUË DU FÉNITROTHION, DU 2,4-D ET DE L'AMINOCARBE, ET SUR CERTAINS EFFETS SUBLÉTAUX DE L'AMINOCARBE, CHEZ LA TRUITE ARC-EN-CIEL

(K.G. Doe, W.R. Ernst, W.R. Parker, G.R. Julien et P.A. Hennigar, Direction des contaminants et des évaluations, Conservation et Protection, région de l'Atlantique)

Introduction

L'étude avait pour but de déterminer si des fluctuations de la qualité de l'eau (pH) influent sur les effets toxiques de plusieurs pesticides.

Méthode

L'aminocarbe, le fénitrothion et le 2,4-D ont fait l'objet d'essais biologiques statistiques de 96 heures, à des pH de 4,6, 5,6, 6,9 et 8,5 destinés à évaluer leur toxicité létale aiguë pour de jeunes truites arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*).

Un autre essai a été fait par la suite pour observer les effets de deux pH différents sur l'activité acétylcholinestérasique du cerveau et évaluer les concentrations de résidus de pesticides dans le corps de jeunes truites arc-en-ciel exposées à l'aminocarbe. Les solutions d'aminocarbe utilisées avaient des pH de 4,5 ou 8,5.

Résultats et analyse

La toxicité de l'aminocarbe, une base, a augmenté sensiblement en fonction du pH. Inversement, celle du pesticide acide 2,4-D a augmenté en proportion inverse du pH. Les fluctuations du pH n'ont pas eu d'influence notable sur la toxicité du pesticide neutre fénitrothion.

L'activité acétylocholinestérasique du cerveau était inversement proportionnelle à la concentration d'aminocarbe dans le poisson. Dans le cas des poissons exposés à l'aminocarbe à un pH de 4,5, l'acétylcholinestérase du cerveau a atteint son point le plus bas après six heures, puis a rattrapé les valeurs témoins pour s'y maintenir jusqu'à la fin de l'essai. À ce pH, les concentrations d'aminocarbe ont culminé à 9,1 µg/g après six heures, sont redescendues à 1 µg/g après 25 heures et sont demeurées constantes pour le reste de l'essai de 96 heures. Chez les poissons exposés à un pH de 8,5, d'autre part, les concentrations d'acétylcholinestérase dans le cerveau sont tombées en deçà de la gamme des valeurs témoins au bout d'une heure et s'y sont maintenues jusqu'à la mort de tous les poissons, après 72 heures. Une concentration maximale d'aminocarbe de 12,0 µg/g a été enregistrée après moins d'une heure à ce pH et elle est demeurée élevée jusqu'à la mort des sujets après 72 heures. Plusieurs explications sont proposées pour les résultats observés. On pense que le taux d'élimination des pesticides ou le métabolisme ont permis aux poissons de résister à l'exposition au faible pH, mais non au pH élevé.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: W. Ernst
Direction des contaminants et des évaluations
Conservation et Protection, Région de l'Atlantique
5th Floor, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 2N6
(902) 426-6141

2. MESURE DES DÉVIATIONS HORS CIBLE DES PESTICIDES AGRICOLES DE TYPE PYRÉTHRINOÏDE PULVÉRISÉS PAR AVION, ET DE LEUR INCIDENCE SUR LA FAUNE AQUATIQUE (Première partie (dérive aérienne): Charles Wiesner et Chris Riley, Conseil de la recherche et de la productivité du Nouveau-Brunswick; deuxième partie (retombées des pesticides et effets sur le biote): W. Ernst)

Introduction

L'utilisation en agriculture des pyréthrinoïdes de synthèse comme la deltaméthrine, la fenvalérate et la perméthrine inquiète les organismes environnementaux à cause de leurs effets sur les organismes non visés, et en particulier sur la faune aquatique. L'homologation temporaire de ces produits au Canada comporte comme condition que lorsqu'ils sont appliqués par la voie des airs, ils ne doivent pas être pulvérisés à moins de 100 mètres d'un cours d'eau.

Les objectifs de l'étude étaient les suivants:

1. mesurer la déviation et les retombées des pyréthrinoïdes appliqués par voie des airs sur les cultures, dans trois types de conditions météorologiques, jusqu'à 100 mètres sous le vent;

2. mesurer les retombées et les effets biologiques de ces produits sur deux étangs dont l'un a été aspergé directement et l'autre, protégé par une zone tampon de 100 mètres.

Méthode

La dérive et le dépôt de deltaméthrine pulvérisée à une distance allant jusqu'à 100 mètres de la cible sous le vent ont été mesurés dans trois types de conditions météorologiques. On a aussi évalué l'efficacité des zones tampons de 100 mètres destinées à prévenir les retombées inacceptables, en étudiant les effets biologiques du dépôt dans des étangs.

Résultats et analyse

Les retombées, mesurées sur des plaques d'acier inoxydable, étaient réduites d'environ un ordre de grandeur à 100 mètres sous le vent par rapport à la bordure du champ visé. Les mesures du flux de pulvérisation, effectuées à l'aide de tiges rotatives, confirmaient les tendances observées pour le dépôt hors cible. Les deux étangs observés, dont l'un a été aspergé directement et l'autre, protégé par une zone tampon de 100 mètres, ont présenté des réactions très différentes après trois traitements distincts pour chacun. La présence de la zone tampon a entraîné une réduction des concentrations moyennes dans l'eau de surface et des retombées moyennes mesurées dans des proportions de 1/145 et 1/450, respectivement, par rapport à l'étang non protégé. De même, on n'a décelé aucun effet sur les poissons et invertébrés aquatiques en cage, ni sur les invertébrés laissés sur des substrats artificiels dans l'étang protégé alors que dans l'autre, des effets biotiques majeurs ont pu être observés. L'utilité de la zone tampon de 100 mètres pour les applications de ce genre a été démontrée.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: W. Ernst
Direction des contaminants et des évaluations
Conservation et Protection, Région de l'Atlantique
5th Floor, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 2N6
(902) 426-6141

3. ÉVALUATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DE L'UTILISATION DU ROUNDUP EN FORESTERIE

(W. Freedman, R. Morash et K. Fletcher, Dép. de biologie, Université Dalhousie; R. McCurdy, Lab. de chimie environnementale, Victoria General Hospital, Halifax; W. Ernst, G. Julien et P. Hennigar, PE, Dartmouth)

Introduction

L'application d'herbicides pour la suppression de la végétation indésirable est une méthode de plus en plus répandue en foresterie. À l'heure actuelle, le Roundup, qui contient l'ingrédient actif glyphosate, est presque le seul herbicide utilisé à cette fin. Les données publiées sur les effets écologiques du glyphosate sont beaucoup moins volumineuses que celles relatives aux herbicides de chlorophénoxy, qui étaient jadis populaires. De ce fait, plusieurs études ont été réalisées pour évaluer les conséquences environnementales de l'emploi du Roundup en Nouvelle-Écosse et, dans certains cas, pour comparer ces effets à ceux qui ont été documentés pour le 2,4-D et le 2,4,5-T.

Le projet décrit ici avait pour but de déterminer les effets sur le milieu de l'utilisation courante de l'herbicide Roundup en foresterie. L'étude comportait quatre volets:

1. mesure des quantités déposées à l'intérieur et juste à l'extérieur des zones traitées;
2. persistance du glyphosate déposé sur le feuillage et la litière forestière.
3. effets des traitements à l'herbicide sur la décomposition de la litière; et
4. effets du glyphosate déposé sur le périphyton des cours d'eau.

Méthode

1. Les dépôts d'herbicide appliqué à partir du sol et par la voie des airs ont été mesurés sur des plaques plates; la rhodamine a été utilisée comme traceur. Les pulvérisations ont été faites en respectant la dose habituelle en foresterie, puis en doublant cette dose.
2. La persistance du glyphosate sur le feuillage et la litière des zones traitées a également été mesurée à l'aide de techniques de chromatographie gazeuse. Les feuillages analysés étaient ceux de l'érable rouge (*Acer rubrum*), du sapin baumier (*Abies balsamea*), du framboisier (*Rubus* spp.) et d'herbes (*Poaceae* et *Cyperaceae*).
3. On a également évalué le taux de décomposition de la litière, sur le terrain et en laboratoire, après application de l'herbicide. Les substrats étaient constitués de matières recueillies sur le sol forestier (tapis de feuilles, matières en décomposition, humus), d'érable rouge et d'épinette blanche (*Picea glauca*). Les échantillons de substrat ont été additionnés d'herbicide en laboratoire ou placés dans des secteurs destinés à être traités en conditions réelles.
4. Dans le cadre de l'étude finale, on a mesuré les concentrations de résidus dans les cours d'eau à la suite de pulvérisations directes aux doses courantes dans l'industrie et l'on a évalué l'effet de ces concentrations sur le périphyton. On a placé des substrats artificiels dans un ruisseau, en amont et en aval de la zone de retombée, on en a recueilli des échantillons à divers intervalles après la pulvérisation et l'on a dosé dans ces derniers la chlorophylle a, la phaeophytine, la biomasse et l'ATP.

Résultats et analyse

1. Les résultats de la première étude ont montré que les quantités déposées variaient considérablement, mais que les applications au sol engendraient le plus fort taux de dépôt dans la zone visée sans occasionner de retombées hors cible mesurables. Les pulvérisations aériennes produisaient des retombées mesurables jusqu'à 95 mètres de la zone cible.
2. La deuxième étude indique que les plus fortes concentrations de glyphosate ont été décelées le lendemain de la pulvérisation, dans les framboisiers et les herbes (13 mg/g et 12 µg/g (poids sec) respectivement). Le lendemain du traitement, les érables rouges, la litière et les sapins baumiers présentaient des concentrations respectives de 5,1 mg/g, 2,6 mg/g et 0,09 µg/g (poids sec). Les résidus présents dans tous les substrats, à l'exception de la litière, ont chuté rapidement jusqu'à 58 jours après le traitement. Les résidus contenus dans la litière ont diminué dans l'ensemble, mais moins vite que dans le feuillage.
3. L'étude a montré que le taux de décomposition baissait en proportion inverse de la dose de 2,4-D, de 2,4,5-T, d'un mélange à parts égales de 2,4-D et 2,4,5-T, et de glyphosate; ces effets n'étaient cependant notables qu'à des concentrations supérieures à 1000 ppm. Ainsi, ce n'est qu'à ces teneurs très élevées que les herbicides sont assez toxiques pour réduire sensiblement l'activité microbienne.

4. Cette étude a montré que les quantités de résidus variaient grandement immédiatement après la pulvérisation, la plus forte concentration (39 µg/l) ayant été enregistrée 30 heures après l'application. Les données sur l'abondance du périphyton étaient variables, mais aucun changement majeur n'avait été noté 37 jours après la pulvérisation.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

W. Ernst
Direction des contaminants et des évaluations
Conservation et Protection, Région de l'Atlantique
5th Floor, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 2N6
(902) 426-6141

---

4. DOSAGE DU PESTICIDE ALDICARBE DANS LES EAUX SOUTERRAINES DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

(W. Ernst et R. Matheson, Direction des contaminants et des évaluations, Conservation et Protection, région de l'Atlantique)

Introduction

Une enquête réalisée en 1982 a montré que l'aldicarbe était l'un des pesticides les plus utilisés à l'Île-du-Prince-Édouard. Or, le sol de cette province possède des caractéristiques similaires à celles de régions des États-Unis où l'on a décelé des résidus d'aldicarbe dans les eaux souterraines. À la lumière de ces deux facteurs, un programme d'échantillonnage étalé sur dix-huit mois a été entrepris pour déterminer la répartition et la concentration d'aldicarbe dans les eaux souterraines de l'Île-du-Prince-Édouard.

Le projet avait pour but d'évaluer l'étendue et l'ampleur de la contamination par l'aldicarbe des eaux souterraines de l'Î.-P.-É qui sont sous-jacentes aux zones agricoles où ce pesticide est répandu.

Résultats et analyse

Selon l'époque où les échantillons ont été prélevés, des résidus d'aldicarbe de 1 ppb ou plus ont été observés dans 5 à 27 p. 100 des puits visités. La plupart du temps, les concentrations décelables variaient de 1,0 à 3,0 ppb, la valeur maximale enregistrée s'élevant à 5,4 ppb. L'incidence de la détection dépendait directement de la distance séparant les puits des champs traités, du temps écoulé entre l'application du pesticide et le prélèvement des échantillons, des antécédents d'utilisation d'aldicarbe dans les zones traitées et de la contruction des puits.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

W. Ernst
Direction des contaminants et des évaluations
Conservation et Protection, Région de l'Atlantique
5th Floor, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 2N6
(902) 426-6141

5. MIGRATION ET DEVENIR DES PESTICIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES (R.E. Jackson, K.S. Novakowski, S. Lesage, M.W. Priddle, P. Lapcevic et G. Bobba)

Introduction

Jusqu'à ce qu'on découvre de l'aldicarbe, pesticide extrêmement toxique du groupe des carbamates, dans les eaux souterraines de Long Island (New York) en 1979, on croyait généralement que les pesticides ne menaçaient pas la nappe phréatique. Il est maintenant admis, surtout à cause de cet incident, que tout pesticide persistant et soluble, répandu sur une culture implantée en sol sablonneux, peut atteindre les eaux souterraines par lessivage.

Au Canada, plusieurs pesticides ont été décelés dans des puits en milieu rural, notamment des traces d'alachlore, d'atrazine et de métalochlore dans le sud de l'Ontario et du dichloro-1,2 propane en Colombie-Britannique. Cependant, les situations de loin les plus graves au pays sont attribuables à la contamination de puits par l'aldicarbe dans des régions productrices de pommes de terre en Ontario, au Québec, au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard, où l'on a parfois constaté des concentrations dépassant la norme provisoire de 9 ppb recommandée pour l'eau potable au Canada (Santé et Bien-être social Canada, 1986).

Dans les Maritimes, l'aldicarbe soulève le plus d'inquiétudes en raison de la nécessité de protéger les réserves d'eaux souterraines, qui représentent 50 p. 100 des approvisionnements en eau de la Nouvelle-Écosse, 60 p. 100 de ceux du Nouveau-Brunswick et 100 p. 100 de ceux de l'Île-du-Prince-Édouard. Dans un récent rapport traitant des risques de contamination par les pesticides des eaux souterraines des provinces Atlantiques, Environnement Canada indique que l'aldicarbe, le carbofuran, le dinosèbe et l'atrazine font peser les menaces les plus lourdes, et réclame plus de données sur le comportement et le devenir des pesticides dans le sol et les eaux souterraines.

L'étude décrite ici avait pour objectif d'observer la migration et le devenir de l'aldicarbe/Temik dans les eaux souterraines sous-jacentes aux cultures de pommes de terre à l'Île-du-Prince-Édouard.

Méthode

En 1985, Environnement Canada a choisi deux emplacements à l'Île-du-Prince-Édouard pour observer l'infiltration et l'évolution de l'aldicarbe pulvérisé sur les pommes de terre poussant dans ces champs. Un troisième emplacement a été désigné en 1986 et les deux premiers ont été équipés d'instruments additionnels, de sorte qu'au total, 50 piézomètres sont maintenant installés à des fins de surveillance. Ces puits protégés de petit diamètre ont été adaptés dans la formation aquifère de grès qui est sous-jacente à l'ensemble de l'île et qui constitue sa seule source d'approvisionnement en eau. L'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) d'Environnement Canada, établi au Centre canadien des eaux intérieures, à Burlington (Ontario), a procédé aux essais chimiques et hydrauliques. On a prélevé des échantillons d'eaux souterraines et l'on y a dosé le pH, l'oxygène dissous, l'ammoniaque, les nitrates et l'aldicarbe. Les données provenant des trois zones d'échantillonnage ont permis à l'INRE de mieux comprendre tant les processus généralisés que ceux qui sont propres aux emplacements.

Résultats et analyse

De façon générale, on sait que les eaux souterraines de pH acide et de température moyenne (10 °C) favorisent la persistance de l'aldicarbe. Les conditions mêmes qui empêchent l'aldicarbe de se décomposer en produits moins toxiques se retrouvent dans les eaux souterraines de l'emplacement d'Augustine Cove. L'aldicarbe est répandu au printemps, lors des semences, lorsque l'eau du sol conserve une température et un pH relativement bas, vestige de la fonte des neiges. Puisqu'il s'agit d'une période d'importante réalimentation des nappes, la dégradation de l'aldicarbe est freinée et son infiltration est favorisée. Dans les eaux souterraines, où les températures sont relativement constantes (de 8 à 10 °C), le pH devient le facteur déterminant qui peut favoriser la dégradation de l'aldicarbe, stimulée en milieu alcalin. Les grès de l'Î.-P.-É. contiennent relativement peu de carbonates minéraux naturels. Par conséquent, le processus est limité, en particulier dans les secteurs où la réalimentation des nappes se fait surtout par des fractures dans le grès et où la nappe phréatique est peu profonde, de sorte que la durée du contact dans la zone non saturée est brève. Qui plus est, l'application d'ammonium et d'engrais inhibe le processus de dégradation car les eaux souterraines contiennent assez d'oxygène dissous pour que l'oxydation de l'ammonium provoque une chute marquée du pH.

En revanche, aucune de ces conditions ne se retrouve à l'emplacement de Mill Valley. La nappe phréatique a une profondeur de 3 à 10 m et son pH varie de 7,5 à 8,0. La concentration totale d'aldicarbe dans les eaux souterraines, par conséquent, ne dépassait pas 1,05 ppb, sauf à une source drainant une nappe peu profonde et perchée (< 5 ppb). La troisième zone d'échantillonnage, celle de New Annan, qu'on a équipée grâce à des ressources provenant du Fonds pour les pesticides d'Environnement Canada, ressemble davantage à l'emplacement de Mill Valley qu'à celui d'Augustine Cove.

De façon générale, il semblerait que la meilleure période pour répandre l'aldicarbe ou le Temik dans les champs de pommes de terre soit en juin, après la levée des plants. Puisque la température du sol est plus élevée en juin et que les concentrations d'ammonium ont probablement diminué quelque peu à ce moment, la dégradation de l'aldicarbe devrait se faire plus rapidement et les risques de contamination des puits avoisinants devraient être moins élevés.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

R.E. Jackson
Institut national de recherche sur les eaux
P.O. Box 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4587

---

6. PERSISTANCE ET DEVENIR DE LA DELTAMÉTHRINE DANS UN ÉTANG ET UN COURS D'EAU DE L'ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD (R.J. Maguire et J.H. Carey)

Introduction

Les pyréthrinoïdes des photostables, dont la deltaméthrine fait partie, forment une catégorie de pesticides relativement nouvelle, très toxiques pour les insectes et peu toxiques pour les mammifères. Ils pourraient être utilisés à grande échelle en agriculture et en foresterie. Ils sont moyennement toxiques pour les insectes aquatiques et, indirectement, pour les organismes qui s'en nourrissent. De ce fait, leur utilisation n'est normalement autorisée que dans certains secteurs éloignés des cours d'eau ou des étangs. Dans le cadre d'une étude menée conjointement par l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE), le Service de la protection de l'environnement (région de l'Atlantique) et la Direction de la qualité des eaux (région de l'Atlantique), et portant sur les effets de la deltaméthrine sur le biote aquatique, le personnel de l'INRE a observé la persistance et le devenir de ce pyréthrinoïde dans un étang et un cours d'eau après une pulvérisation directe.

Le projet décrit ici avait pour but d'apporter une contribution à l'évaluation des risques que représente pour les organismes aquatiques la pulvérisation aérienne de deltaméthrine sur des cultures adjacentes à des plans d'eau.

Méthode

Après la pulvérisation de deltaméthrine, en juillet 1986, sur un étang et un ruisseau adjacents à un champ de pommes de terre de l'Île-du-Prince-Édouard, on a prélevé des échantillons d'eau sous la surface, de la microcouche superficielle, de matières en suspension, de sédiments et d'invertébrés benthiques. Le dosage de la deltaméthrine et de quatre de ses produits de dégradation probables y a été entrepris.

Résultats et analyse

Les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent que la deltaméthrine disparaît très rapidement de la microcouche superficielle, avec une demi-vie d'environ 45 minutes. On a trouvé de petites quantités de métabolites dans l'étang et le ruisseau. Les sédiments ne contenaient pas de deltaméthrine. Le dosage se poursuit et l'on mène en outre des recherches sur la dégradation photochimique par la lumière du soleil de la deltaméthrine à la surface du sol, ainsi que sur l'importance relative de la volatilisation de la deltaméthrine dans la microcouche superficielle et sous la surface des eaux naturelles.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: R.J. Maguire
Institut national de recherche sur les eaux
P.O. Box 5050, 867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4776

BTS
ÉTU

7. RÉSIDUS, À PROXIMITÉ D'USINES DE TRAITEMENT DU BOIS, DE PRODUITS ANTIMOISISSURES UTILISÉS DANS LES USINES DE PÂTES (Wellington Environmental Consultants (Ontario) et Conseil de la recherche et de la productivité du N.-B.)

Introduction

L'étude décrite ici avait pour but d'évaluer l'étendue de la contamination de l'environnement par les résidus de composés d'origine ou les métabolites de deux des produits antimoisissures les plus couramment utilisés dans les usines de pâtes de la région, soit la bis-trichlorométhylsulfone (BTS) et l'éthylènethio-urée (ÉTU).

Résultats et analyse

L'industrie locale des pâtes et papiers consomme des quantités considérables de produits antimoisissures, comme l'indiquait un récent inventaire du SPE selon lequel les usines de traitement du bois de la région utilisent chaque année quelque 17 000 kg de matière active. Les composés de dithiocarbamate, dont le principal métabolite est l'éthylènethio-urée, représentent plus de 50 p. 100 de la matière active des produits antimoisissures en usage. D'autres produits largement répandus contiennent des bis-trichlorométhylsulfones. À deux usines utilisant ces produits, on a prélevé des échantillons d'eau et de sédiments à diverses distances des exutoires, jusqu'à deux kilomètres des usines. On n'a pas décelé avec certitude de résidus de BTS dans les échantillons recueillis près de l'usine en faisant usage. De l'ÉTU a été détectée dans environ 10 p. 100 des échantillons de sédiments et dans 25 p. 100 des échantillons d'eau prélevés près de l'usine qui en fait usage. Les concentrations décelables d'ÉTU variaient de 5 à 18 µg/kg dans les sédiments; dans l'eau, elles se situaient toutes près de la limite de détection (5 µg/l). Les teneurs en ÉTU relevées ne constituent pas en soi une menace pour l'environnement, mais elles peuvent agir de concert avec d'autres polluants pour dégrader la qualité du milieu.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

G. Julien
Direction des contaminants et des évaluations
Conservation et Protection, Région de l'Atlantique
5th Floor, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 2N6
(902) 426-6141

8. INVENTAIRE DE L'UTILISATION DES PESTICIDES DANS LES PROVINCES ATLANTIQUES (Seatech Investigation Services Ltd., Halifax)

Introduction

Pour mettre sur pied des programmes efficaces de réévaluation des pesticides déjà homologués, il faut connaître avec exactitude les courbes d'utilisation de ces produits. Il faut disposer de données précises dans ce domaine si l'on veut établir les priorités avec efficacité et faire le meilleur usage possible des ressources disponibles. En outre, la façon dont les pesticides sont entreposés et manipulés peut influer sur les risques qu'ils soient répandus accidentellement dans l'environnement.

Le projet décrit ici visait les objectifs suivants:

1. recueillir et fournir des données quantitatives sur les pesticides utilisés dans la région en 1986;
2. déterminer les taux et modes d'application locale;
3. identifier les substances les plus largement et intensément utilisées; et
4. évaluer les capacités d'entreposage et de manutention des vendeurs régionaux.

Méthode

On a obtenu des informations auprès des détaillants de pesticides de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard en leur faisant parvenir par la poste un questionnaire qui a été recueilli en personne et, au besoin, en procédant à des entrevues. Les résultats de ce sondage ont été comparés à ceux d'une enquête semblable menée en 1982.

Résultats et analyse

Des quantités à peu près équivalentes de matière active ont été vendues en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard, soit 158 000 et 152 000 kg respectivement. Cela représente une légère augmentation par rapport aux ventes de 1982. En général, les méthodes de manutention des pesticides ont été jugées satisfaisantes dans les deux provinces, mais on a proposé que des améliorations soient apportées à la formation des manutentionnaires et que des plans plus efficaces de lutte contre les déversements et d'intervention d'urgence, soient élaborés.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à: W. Ernst
Direction des contaminants et des évaluations
Conservation et Protection, Région de l'Atlantique
5th Floor, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 2N6
(902) 426-6141

9. L'IMMUNO-ESSAI ENZYMATIQUE COMME MÉTHODE DE CONTRÔLE DES RÉSIDUS DE PESTICIDES

(C. Wiesner, Conseil de la recherche et de la productivité du N.-B.)

Introduction

La portée de nombreuses études sur les pesticides est actuellement limitée en raison des sommes et du temps que requiert l'analyse des résidus au moyen des techniques traditionnelles de chromatographie gazeuse ou de chromatographie liquide haute pression. On a récemment mis au point des techniques d'immuno-essai enzymatique qui permettent d'évaluer les concentrations de certains pesticides dans des échantillons du milieu. Dans le cadre de l'étude décrite ici, on a comparé les systèmes analytiques d'immuno-essai disponibles (EMIT) aux techniques courantes de chromatographie gazeuse pour détecter les résidus d'aldicarbe, d'aldoxycarbe et de sulfoxyde d'aldicarbe dans les échantillons d'eau.

L'étude avait pour objectif d'évaluer l'utilité des systèmes analytiques d'immuno-essai disponibles en tant que méthode rapide, simple et économique de dosage des pesticides sur le terrain, en prenant l'aldicarbe comme exemple. Pour ce faire, on devait:

1. déterminer les seuils de détection, la précision et la reproductibilité du dosage de l'aldicarbe dans l'eau par immuno-essai enzymatique, dans la gamme de 100 à 500 ppb, et comparer les résultats obtenus à ceux que permettent les techniques de pointe en chromatographie gazeuse; et

2. mettre au point des techniques simples de concentration des échantillons, de l'ordre de 10 à 1000 fois, pour l'aldicarbe et ses métabolites, de sorte que les seuils de détection passent dans la gamme de 0,1 à 10 ppb.

Méthode

On a évalué la capacité de concentration d'une colonne de résine (silyle d'octadécyldiméthyle LC-18) en y faisant passer de l'eau additionnée d'aldicarbe (200 ml) et en procédant ensuite à l'extraction par un solvant (méthanol - 2 ml) approprié à l'immuno-essai.

Résultats et analyse

Les récupérations qu'a permises cette technique étaient essentiellement quantitatives, la concentration de l'échantillon ayant été multipliée par cent. Dans le cas de l'aldoxycarbe et du sulfoxyde d'aldicarbe, les récupérations ont été plus faibles et moins faciles à reproduire (de 26 à 42 p. 100 et de 17 à 30 p. 100). Le système analytique d'immuno-essai comportait une limite de détection d'environ 200 à 400 ppb pour l'aldicarbe dans les concentrations de méthanol (de 2 à 4 ppb dans l'eau), mais la reproductibilité dans cette gamme était faible, les coefficients de variation se situant aux environs de 44 p. 100. À des concentrations de 10 ppm, dans les extraits, les capacités de reproduction étaient quelque peu meilleures (coefficients de variation se situant entre 15 et 32 p. 100 après concentration). La réactivité croisée de l'aldicarbe et du métabolite sulfoxyde a aussi été déterminée. Cet aspect a fait l'objet d'essais près de la limite de détection, mais les résultats ont été quelque peu équivoques; la récupération moyenne d'équivalent d'aldicarbe passait de 117 p. 100, à 0 ppb de sulfoxyde, à 194 p. 100, à 10 ppb de sulfoxyde. À des concentrations plus fortes, il semblerait que la précision de l'immuno-essai soit comparable à celle des méthodes chromatographie gazeuse.

EMIT est une marque déposée de Syva Corp., de Palo Alto (CA).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à:

P. Hennigar
Direction des contaminants et des évaluations
Conservation et Protection, Région de l'Atlantique
5th Floor, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 2N6

INDEX

INDEX

AAMP (acide aminométhylphosphonique) 6

Alberta 23
- Pesticides 23

Aldicarbe 65, 66
- Dans les eaux souterraines de l'Î.-P.-É. 65, 66

Aldrine 38

Aminocarbe 61

Antimoisissures (produits) 39, 69
- Voir BTS et ÉTU 69

Atmosphère 24, 40, 45, 47
- Pesticides dans l'atmosphère 24, 40, 47
- Toxaphène dans les Grands Lacs 45
- Transport atmosphérique 24, 40, 45

Bromoxynil 24

BTS (bis-trichlorométhylsulfone) 69
- Résidus 69

Canards 21
- Pesticides 21

Carbamates 21

Carbaryl (Sevin) 19, 24, 54

Carbofuran (Furadan) 18, 19, 23, 24, 52, 54, 66
- Effets sur les mainates de Brewer 18, 54
- Étude sur les pulvérisations contre les criquets 23
- Recommandations sur la qualité de l'eau 52

Chlordane 32

Chlorophénols 9, 11
- Chez la plie étoilée dans le fleuve Fraser 9
- Dans l'estuaire du Fraser 9
- Rejets aux scieries du bassin du Fraser 9, 11

Chlorpyrifos (Lorsban) 19, 23, 24, 56

Cholinestérase 18, 53, 54, 56
- Dans la faune 53
- Inhibition 54, 56
- Micro-analyse 54
- Rapport quantitatif structure-activité (RQSA) 53

Chouettes des terriers 19, 54
- Pesticides 19, 54

Criquets 23

Cygon 17
- Voir Diméthoate 17

Cyhalothrine 34, 35
- Voir Pyréthrinoïdes 34, 35

Cyperméthrine 35, 36

DDT 32

Deltaméthrine 19, 24, 34, 35, 36, 62, 68
- Voir Pyréthrinoïdes 19, 24, 34, 35, 36, 62, 68

2,4-D; 2,4-D/carburant diesel 3, 4, 24, 26, 34, 61, 63
- Truite arc-en-ciel 3

Diazinon 56

Dicamba 24

Diclofop-méthyl 24

Dieldrine 32, 38

Diméthoate (Cygon) 17, 24
- Persistance chez les criquets 17, 24

Dinosèbe 12, 31, 34, 66
- Persistance dans l'eau et les sédiments 12
- Photolyse 31

Endosulfan 12, 32
- Persistance dans l'eau et les sédiments 12

Endrine 32

ÉTU (éthylènethio-urée) 69
- Résidus 69

Faucons pèlerins 54

Fénitrothion 56, 61
- Truite arc-en-ciel 61
Fenvalérate 35, 36, 62
- Voir Pyréthrinoides 35, 36, 62

Garlon 5, 8
- Voir Triclopyr 5, 8

Glyphosate (Roundup) 4, 6, 63
- Effets environnementaux en foresterie 4, 63
- Effets sur le saumon 4
- Persistance dans des cours d'eau de la C.-B. 6

HCB (hexachlorobenzène) 40

HCH (hexachlorocyclohexane) 40

Heptachlore 32, 38

Lampricide 31
- Voir TFM 31

Lidar (mesure par) 42

Lindane 32, 38, 40

Mainates de Brewer 18, 54
- Carbofuran 18, 54

Malathion 19

Méthamidophos 19

Méthoxychlore 32, 38

Organochlorés 21

Organo-étain 39
- Persistance dans les eaux canadiennes 39

Organophosphates 21

Perméthrine 35, 36, 62
- Voir Pyréthrinoides 21, 35, 36, 62

Pesticides 21, 24, 26, 32, 34, 38, 40, 43, 45, 51, 53, 54, 56, 58, 61, 65, 66, 70, 71
- Chloration par réduction 38
- Effets porphyriques et oiseaux 56
- Effets sur les algues 34
- Effets sur les canards des prairies 21
- Effets sur les chouettes des terriers 19, 54

- Effets sur le zooplancton 34
- Immuno-essai comme méthode de contrôle 71
- Inventaire des utilisations dans la région de l'Atlantique 70
- Répartition dans le cours inférieur de la rivière des Outaouais (Ontario) 32
- Répartition dans les rivières La Salle et Assiniboine (Manitoba) 26
- Répartition en Saskatchewan et en Alberta 19, 23
- Ruissellement des terres agricoles (bassin hydrographique du sud de la Saskatchewan) 24
- Techniques de biosurveillance 24
- Usage domestique dans la zone du Lakeshore (Québec) 51
- Utilisation en Amérique latine 58

Piclorame 27
- Persistance dans un bassin hydrographique du Nord de la Saskatchewan 27

Plie étoilée 9
- Chorophénols 9

Pulvérisation aérienne 6, 8, 24, 42, 62, 63
- Mesure de la déviation hors cible 42, 43, 62, 63
- Mesure par lidar 42
- Modèles de dérive aérienne 24, 43, 62

Pyréthrinoides 21, 24, 35, 36, 62, 68
- Bioaccumulation 35
- Déviation hors cible 62
- Effet des matières organiques dissoutes 35
- Incidence sur la faune aquatique 62
- Mise au point de méthodes 36
- Persistance de la deltaméthrine à l'Î.-P.-É. 68

Roundup 4, 6, 63
- Voir Glyphosate 6, 63

RQSA (rapport quantitatif structure-activité) 53

Saskatchewan 23
- Pesticides 23

Saumon 4, 5, 8
- Glyphosate 4
- Triclopyr 5, 8

Temik 65, 66
- Voir Aldicarbe 65, 66

TFM (trifluorométhyl-3 nitro-4 phénol) 31
- Photolyse 31

Toxaphène 45
- Transport atmosphérique 45

Triallate 24

Tributylétain 39
- Persistance dans les eaux canadiennes 39

Triclopyr 5, 8
- Persistance dans des cours d'eau de la C.-B. 8
- Saumon 5, 8

Trifluraline 24

Truite arc-en-ciel 3, 58, 61
- Aminocarbe 61
- 2,4-D 3, 61
- 2,4-D/carburant diesel 3
- Fénitrothion 56, 58, 61
- Glyphosate 4